

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-211701

(43)Date of publication of application : 11.08.1998

(51)Int.Cl.

B41J 2/045

B41J 2/055

B41J 2/16

H01L 41/09

H01L 41/22

(21)Application number : 09-302792

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 05.11.1997

(72)Inventor : HASHIZUME TSUTOMU  
MATSUZAWA AKIRA

(30)Priority

Priority number : 08293686

Priority date : 06.11.1996

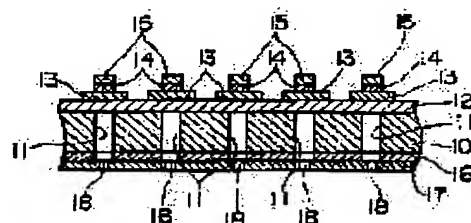
Priority country : JP

**(54) ACTUATOR WITH PIEZOELECTRIC ELEMENT, INK JET TYPE RECORDING HEAD, AND MANUFACTURE OF THEM**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simplify a manufacturing process and reduce the cost thereof by setting the constitution in which lower electrodes formed on a base through an insulation film independently for respective segments and bringing the insulation film formed between segments into contact directly with an interlaminar insulation film.

**SOLUTION:** An ink jet type recording head is constituted of a silicone base 10 with a plurality of ink cavities 11, lower electrodes 13 formed independently for respective ink cavities 11 on one face of the base 10 through a silicone oxidized film 12, titanate lead zirconate films 14 formed on the lower electrodes 13, electrodes 15 formed on the films 14 and a nozzle plate 17 formed on the other face of the silicon base 10 through a silicone oxidized film 16. As the lower electrodes 13 are formed independently for respective ink cavities 11 as mentioned above, the opening area of the silicon oxidized film 12 is larger compared with the opening area in the constitution of forming the lower electrodes 13 not independently.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 27.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.02.2003

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The bottom electrode formed through the insulator layer on the substrate, and the piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, The upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode A wrap interlayer insulation film, A preparation and said bottom electrode are the actuator with which said insulator layer currently formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said interlayer insulation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[Claim 2] The bottom electrode formed through the insulator layer on the substrate, and the piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, The upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode The wrap passivation film, A preparation and said bottom electrode are the actuator with which said insulator layer currently formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said passivation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[Claim 3] The actuator which equipped the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate with the cavity, and was equipped with the piezo electric crystal component according to claim 1 or 2 in which it comes to form said bottom electrode by width of face narrower than the width of face of the cavity concerned.

[Claim 4] The actuator which equipped the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate with the cavity, and was equipped with the piezo electric crystal component according to claim 1 or 2 in which said bottom electrode is the same as the width of face of the cavity concerned, or it comes to form it by width of face larger than it.

[Claim 5] The actuator equipped with the piezo electric crystal component according to claim 3 by which wiring is formed between said bottom electrode and the bottom electrode which adjoins this.

[Claim 6] The bottom electrode formed through the insulator layer on the substrate, and the piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, It has a wrap interlayer insulation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode. Said bottom electrode The actuator with which opening of the hole which said insulator layer exposes to request fields other than the piezo electric crystal film and an upper electrode formation field was carried out, and this exposed insulator layer equipped said interlayer insulation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[Claim 7] The bottom electrode formed through the insulator layer on the substrate, and the piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, It has the wrap passivation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode. Said bottom electrode The actuator with which opening of the hole which said insulator layer exposes to request fields other than the piezo electric crystal film and an upper electrode formation field was carried out, and this exposed insulator layer equipped said passivation film with the piezo electric crystal

component which it comes to contact directly.

[Claim 8] The actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 1 which said bottom electrode becomes from platinum or a platinum alloy thru/or claim 7.

[Claim 9] The bottom electrode of the \*\* 1st formed through the insulator layer on the substrate, and the bottom electrode of the \*\* 2nd formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 1st, The piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 2nd, and the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, It has a wrap interlayer insulation film for said 1st [ the ] and the bottom electrode of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and an upper electrode. The bottom electrode of said \*\* 1st It is the actuator with which it consisted of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, and the bottom electrode of said \*\* 1st by which the bottom electrode of said \*\* 2nd is formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said interlayer insulation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[Claim 10] The bottom electrode of the \*\* 1st formed through the insulator layer on the substrate, and the bottom electrode of the \*\* 2nd formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 1st, The piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 2nd, and the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, It has the wrap passivation film for said 1st [ the ] and the bottom electrode of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and an upper electrode. The bottom electrode of said \*\* 1st It is the actuator with which it consisted of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, and the bottom electrode of said \*\* 1st by which the bottom electrode of said \*\* 2nd is formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said passivation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[Claim 11] The actuator which equipped the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate with the cavity, and was equipped with the piezo electric crystal component according to claim 9 or 10 in which it comes to form the bottom electrode of said \*\* 2nd by width of face narrower than the width of face of the cavity concerned.

[Claim 12] The actuator which equipped the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate with the cavity, and was equipped with the piezo electric crystal component according to claim 9 or 10 in which the bottom electrode of said \*\* 2nd is the same as the width of face of the cavity concerned, or it comes to form it by width of face larger than it.

[Claim 13] The actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 9 which the bottom electrode of said \*\* 2nd becomes from platinum or a platinum alloy thru/or claim 12.

[Claim 14] The bottom electrode of said \*\* 1st is the actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 9 which the lowest layer becomes from the nickel film at least thru/or claim 13.

[Claim 15] The bottom electrode of said \*\* 1st is the actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 9 which the lowest layer becomes from the titanium film at least thru/or claim 13.

[Claim 16] The bottom electrode of said \*\* 1st is the actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 9 which the lowest layer becomes from the titanium oxide film at least thru/or claim 13.

[Claim 17] The bottom electrode of said \*\* 1st is the actuator which equipped with the piezo electric crystal component of a publication any 1 term of claim 9 equipped with 4 layer structures which become order from the nickel film, the titanium film, the titanium oxide film, and the titanium film from the substrate side thru/or claim 13.

[Claim 18] The process which forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo

electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and a bottom electrode forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of an actuator of having the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 19] The process which forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and a bottom electrode forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of an actuator of having the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 20] The manufacture approach of the actuator according to claim 18 or 19 further equipped with the process which forms alternatively the cavity of width of face narrower than the width of face of the bottom electrode concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate.

[Claim 21] The manufacture approach of the actuator according to claim 18 or 19 further equipped with the process which is the same as the width of face of the bottom electrode concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate, or forms alternatively the cavity of width of face larger than it in it.

[Claim 22] The process which forms in order the bottom electrode formation film of the \*\* 1st which consists of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, the bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said the 1st and bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and the bottom electrode of the \*\* 2nd forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 23] The process which forms in order the bottom electrode formation film of the \*\* 1st which consists of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, the bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said the 1st and bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and the bottom electrode of the \*\* 2nd forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 24] The manufacture approach of the actuator according to claim 22 or 23 further equipped with the process which forms alternatively the cavity of width of face narrower than the width of face of the bottom electrode of the \*\* 2nd concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate.

[Claim 25] The manufacture approach of the actuator according to claim 22 or 23 further equipped with the process which is the same as the width of face of the bottom electrode of the \*\* 2nd concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate, or forms alternatively the cavity of width of face larger than it in it.

[Claim 26] The process which forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process which forms the electrode component to which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film was carried out, and opening of the hole which said insulator layer exposes to the piezo electric

crystal film of a bottom electrode and request fields other than an upper electrode formation field was carried out, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 27] The process which forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process which forms the electrode component to which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film was carried out, and opening of the hole which said insulator layer exposes to the piezo electric crystal film of a bottom electrode and request fields other than an upper electrode formation field was carried out, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed.

[Claim 28] The process which forms the electrode component which consists of the bottom electrode, piezo electric crystal film, and upper electrode which were formed on the substrate, The process which forms the passivation film equipped with conductivity on the substrate with which the electrode component concerned was formed, The process which etches alternatively the substrate with which the passivation film concerned was formed, and forms a cavity, The manufacture approach of the actuator which comes to have the process which forms wiring which performs patterning on said passivation film and consists of the passivation film concerned after forming said cavity.

[Claim 29] The manufacture approach of an actuator according to claim 28 that said passivation film is nickel film.

[Claim 30] The process which forms the bottom electrode of said \*\* 1st is the manufacture approach of claim 22 which consists of a process which forms the nickel film thru/or an actuator according to claim 25.

[Claim 31] The process which forms the bottom electrode of said \*\* 1st is the manufacture approach of claim 22 which consists of a process which forms the titanium film thru/or an actuator according to claim 25.

[Claim 32] The process which forms the bottom electrode of said \*\* 1st is the manufacture approach of claim 22 which consists of a process which forms the titanium oxide film thru/or an actuator according to claim 25.

[Claim 33] The process which forms the bottom electrode of said \*\* 2nd is the manufacture approach of the actuator according to claim 30 which consists of a process which carries out sequential formation of the titanium film, the titanium oxide film, the titanium film, and the platinum film.

[Claim 34] The ink jet type recording head which it had as an actuator indicated by any 1 term of claim 1 thru/or claim 17.

[Claim 35] The manufacture approach of an ink jet type recording head of being the manufacture approach of the ink jet type recording head equipped with the actuator which has a piezo electric crystal component, and manufacturing said actuator by the approach of a publication in any 1 term of claim 18 thru/or claim 33.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to these manufacture approaches at the actuator equipped with the piezo electric crystal component and an ink jet type recording head, and a list.

**[0002]**

[Description of the Prior Art] From the former, the component which consists of titanate-lead zirconate (it is hereafter described as "PZT") is used, for example as the driving source for the ink regurgitation of an ink jet type recording head, i.e., a component which transforms electric energy into mechanical energy. This ink jet type recording head generally The head pedestal in which many individual ink paths (an ink cavity, ink \*\*\*, etc.) were formed, The diaphragm attached in said head pedestal so that all individual ink paths might be covered, It has the electrode component which becomes each part corresponding to said individual ink path top of this diaphragm from the bottom electrode, PZT film, and upper electrode which carried out covering formation, and request components, such as wiring formed through the interlayer insulation film, and is constituted.

[0003] By adding electric field to said PZT film, and carrying out the variation rate of the PZT film, the ink jet type recording head of this configuration is designed so that the ink held in the individual ink path may be extruded from the ink delivery currently formed in the nozzle plate in which it was prepared at the individual ink path.

[0004] This ink jet type recording head is usually manufactured according to the process shown below. That is, for example, after forming the thermal oxidation film on a single crystal silicon substrate, the electrode component which consists of a bottom electrode, the PZT film, and an upper electrode equipped with the desired configuration is formed on this. Next, wiring connected with an electrode component through an interlayer insulation film forms a request component. Subsequently, the thermal oxidation film is formed in the field in which the electrode component of said single crystal silicon substrate is formed, and the field of the opposite side. Next, the part corresponding to said electrode component formation field of this single crystal silicon substrate is etched alternatively, and the ink paths according to individual (an ink cavity, ink \*\*\*, etc.) are formed. In the case of this etching, the passivation film for protecting said component is formed. Then, a desired process is performed and an ink jet type recording head is completed, such as installing the nozzle plate in which the delivery of ink was formed in a predetermined location.

**[0005]**

[The technical problem which is going to solve invention] In the conventional ink jet type recording head, the up-and-down electrode is usually formed with platinum or a platinum alloy. This platinum and a platinum alloy have deficiently the fault that adhesion with an insulator layer or an interlayer insulation film is low in reactivity. Therefore, these film tended to exfoliate from a component and the problem of the dependability of a piezo electric crystal component falling has produced it. Moreover, by the manufacture approach of the conventional ink jet type recording head, in case the ink path according to said individual is formed, in order to protect a component, the passivation film is formed. As this passivation film, although the fluororesin film, silicon oxide,

etc. are used, there is a problem that adhesion with the substrate with which the component is formed is not enough, for example. When platinum is used as a bottom electrode material, specifically, both the adhesion force between the platinum film and the fluororesin film and the adhesion force between the platinum film and silicon oxide are brittle. For this reason, when the touch area of the platinum film and the passivation film (fluororesin film and silicon oxide) is large, there is a problem that the adhesion of the passivation film and a substrate becomes inadequate as a result. In addition, this passivation film is usually removed, after forming an ink path.

[0006] Moreover, high-concentration alkali solutions, such as 5 % of the weight - 40% of the weight of a potassium-hydroxide water solution, are usually used for etching for forming the ink path according to said individual as an etching solution. Here, in the case of this etching, when an etching solution contacts said component, there is a problem that the component concerned exfoliates from a substrate or damage arises. When a single crystal silicon substrate is specifically etched so that an etching reagent may reach even to a diaphragm (for example, silicon oxide), it is the terminal point of etching, and this alkali water solution or an etching resultant penetrates a diaphragm, and there is a problem of giving a damage to a component.

[0007] This invention makes it a technical problem to solve such a conventional trouble, can improve the adhesion of an interlayer insulation film or the passivation film, and aims at offering the actuator equipped with the reliable piezo electric crystal component. Moreover, it aims at offering the approach of manufacturing such an actuator.

[0008] Furthermore, by using for the film for wiring formation the passivation film which protects a component from etching, a production process is simplified and it aims at offering the actuator equipped with the piezo electric crystal component which can reduce cost, and this manufacture approach.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The bottom electrode with which this invention was formed through the insulator layer on the substrate since this purpose was attained, The piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, and the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, Having a wrap interlayer insulation film for said bottom electrode, the piezo electric crystal film, and an upper electrode, said bottom electrode offers the actuator with which said insulator layer currently formed between the segments concerned for every segment coming independently was equipped with the piezo electric crystal component which said interlayer insulation film comes to contact directly.

[0010] Moreover, the bottom electrode with which this invention was formed through the insulator layer on the substrate and piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, The upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode The wrap passivation film, A preparation and said bottom electrode offer the actuator with which said insulator layer currently formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said passivation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[0011] According to this structure, the part formed on an insulator layer will be made to an interlayer insulation film or the passivation film, namely, an interlayer insulation film or the passivation film will stick to an insulator layer on both sides of an electrode component. For this reason, covering nature is high and can form a stable interlayer insulation film or the passivation film chemically.

[0012] Moreover, the piezo electric crystal component concerning this invention can equip the location corresponding to said bottom electrode formation location of a substrate with a cavity, and can equip it with the bottom electrode of width of face narrower than the width of face of the cavity concerned. Since a bottom electrode will be formed in some diaphragms in a cavity field of this structure in addition to said advantage, a big vibration of the amplitude is obtained.

[0013] And the piezo electric crystal component concerning this invention equips the location corresponding to said bottom electrode formation location of a substrate with a cavity, is the same as the width of face of the cavity concerned, or can be equipped with the bottom



electrode of width of face larger than it again. It can prevent effectively that the hydrogen which produces the adhesion of an interlayer insulation film or the passivation film not to mention improving in the case of etching invades into the piezo electric crystal film according to this structure.

[0014] Furthermore, wiring can also be formed between said bottom electrode and the bottom electrode which adjoins this.

[0015] Moreover, the bottom electrode with which this invention was formed through the insulator layer on the substrate and piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, It has a wrap interlayer insulation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode. Said bottom electrode Opening of the hole which said insulator layer exposes to request fields other than the piezo electric crystal film and an upper electrode formation field is carried out, and this exposed insulator layer offers the actuator which equipped said interlayer insulation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[0016] Moreover, the bottom electrode with which this invention was formed through the insulator layer on the substrate and piezo electric crystal film formed on the bottom electrode concerned, It has the wrap passivation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, and said bottom electrode, the piezo electric crystal film and an upper electrode. Said bottom electrode Opening of the hole which said insulator layer exposes to request fields other than the piezo electric crystal film and an upper electrode formation field is carried out, and this exposed insulator layer offers the actuator which equipped said passivation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[0017] According to this structure, an interlayer insulation film or the passivation film will be stuck to an insulator layer through said hole. For this reason, covering nature is high and can form a stable interlayer insulation film or the passivation film chemically.

[0018] Said bottom electrode can be formed from platinum or a platinum alloy.

[0019] Moreover, the bottom electrode of the \*\* 1st by which this invention was formed through the insulator layer on the substrate, The piezo electric crystal film formed on the bottom electrode of the \*\* 2nd formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 1st, and the bottom electrode concerned of the \*\* 2nd, It has a wrap interlayer insulation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, said 1st [ the ] and the bottom electrode of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and an upper electrode. The bottom electrode of said \*\* 1st Consisting of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, the bottom electrode of said \*\* 2nd offers the actuator with which the bottom electrode of said \*\* 1st currently formed between the segments concerned for every segment coming independently equipped said interlayer insulation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly.

[0020] Moreover, the bottom electrode of the \*\* 1st by which this invention was formed through the insulator layer on the substrate, The piezo electric crystal film formed on the bottom electrode of the \*\* 2nd formed on the bottom electrode concerned of the \*\* 1st, and the bottom electrode concerned of the \*\* 2nd, It has the wrap passivation film for the upper electrode formed on the piezo electric crystal film concerned, said 1st [ the ] and the bottom electrode of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and an upper electrode. The bottom electrode of said \*\* 1st Consist of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy, and the bottom electrode of said \*\* 2nd comes to become independent for every segment. The actuator with which the bottom electrode of said \*\* 1st currently formed between the segments concerned equipped said passivation film with the piezo electric crystal component which it comes to contact directly is offered.

[0021] According to this structure, the part formed on the bottom electrode of the \*\* 1st which consisted of conductive ingredients other than platinum or a platinum alloy will be made to an interlayer insulation film or the passivation film, namely, an interlayer insulation film or the passivation film will stick to the bottom electrode of the \*\* 1st on both sides of an electrode component. For this reason, covering nature is high and can form a stable interlayer insulation film or the passivation film chemically.

[0022] Moreover, the piezo electric crystal component concerning this invention can equip the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of a substrate with a cavity, and can equip it with the bottom electrode of the \*\* 2nd of width of face narrower than the width of face of the cavity concerned.

[0023] Moreover, the piezo electric crystal component concerning this invention equips the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of a substrate with a cavity, is the same as the width of face of the cavity concerned, or can be equipped with the bottom electrode of the \*\* 2nd of width of face larger than it.

[0024] The bottom electrode of said \*\* 2nd can be formed from platinum or a platinum alloy. Moreover, the bottom electrode of said \*\* 1st can form the lowest layer from the nickel film at least. And the bottom electrode of said \*\* 1st can form the lowest layer from the titanium film at least again. The bottom electrode of said \*\* 1st can form the lowest layer from the titanium oxide film at least further again. Moreover, the bottom electrode of said \*\* 1st can also be made into 4 layer structures which become order from the nickel film, the titanium film, the titanium oxide film, and the titanium film from a substrate side.

[0025] Moreover, the process at which this invention forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and a bottom electrode forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0026] And the process at which this invention forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer again on a substrate, The process in which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and a bottom electrode forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0027] Moreover, this invention can be further equipped with the process which forms alternatively the cavity of width of face narrower than the width of face of the bottom electrode concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate.

[0028] This invention is the same as the width of face of the bottom electrode concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of said substrate, or can equip it with the process which forms alternatively the cavity of width of face larger than it further further again.

[0029] Moreover, the process at which this invention forms the bottom electrode formation film of the \*\* 1st, the bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said the 1st and bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and the bottom electrode of the \*\* 2nd forms the electrode component which became independent for every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0030] Moreover, the process at which this invention forms the bottom electrode formation film of the \*\* 1st, the bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process in which patterning of said the 1st and bottom electrode formation film of the \*\* 2nd, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film is carried out, and the bottom electrode of the \*\* 2nd forms the electrode component which became independent for

every segment, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on the substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0031] And this invention can be further equipped with the process which forms alternatively the cavity of width of face narrower than the width of face of the bottom electrode of the \*\* 2nd concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate again.

[0032] This invention is the same as the width of face of the bottom electrode of the \*\* 2nd concerned in the location corresponding to said bottom electrode formation location of the \*\* 2nd of said substrate, or can equip it with the process which forms alternatively the cavity of width of face larger than it further further again.

[0033] Moreover, the process at which this invention forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process which forms the electrode component to which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film was carried out, and opening of the hole which said insulator layer exposes to the piezo electric crystal film of a bottom electrode and request fields other than an upper electrode formation field was carried out, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms a wrap interlayer insulation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0034] Moreover, the process at which this invention forms the bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film in order through an insulator layer on a substrate, The process which forms the electrode component to which patterning of said bottom electrode formation film, the piezo electric crystal film, and the upper electrode formation film was carried out, and opening of the hole which said insulator layer exposes to the piezo electric crystal film of a bottom electrode and request fields other than an upper electrode formation field was carried out, The manufacture approach of the actuator equipped with the process which forms the wrap passivation film for the electrode component concerned on said substrate with which said insulator layer and the electrode component were formed is offered.

[0035] And the process which forms the electrode component which this invention becomes from the bottom electrode, piezo electric crystal film, and upper electrode which were formed on the substrate again, The process which forms the passivation film equipped with conductivity on the substrate with which the electrode component concerned was formed, The process which etches alternatively the substrate with which the passivation film concerned was formed, and forms a cavity, After forming said cavity, patterning is performed on said passivation film and the manufacture approach of the actuator which comes to have the process which forms wiring which consists of the passivation film concerned is offered.

[0036] By performing this manufacture approach, the passivation film can be used as film for metal wiring formation. The nickel film is mentioned as this passivation film.

[0037] Moreover, it can be supposed whether to be the process which forms the bottom electrode of said \*\* 1st the process which forms the nickel film, the process which forms the titanium film, the process which forms the titanium oxide film, and \*\*\*\*\*.

[0038] And the process which forms the bottom electrode of said \*\* 2nd is good again also as a process which carries out sequential formation of the titanium film, the titanium oxide film, the titanium film, and the platinum film.

[0039] This invention offers the ink jet type recording head which it had as an actuator mentioned above further again.

[0040] Moreover, the manufacture approach of an ink jet type recording head of manufacturing said actuator is offered by the manufacture approach mentioned above.

[0041]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation concerning this invention is explained in full detail. In addition, the gestalt of operation shown below explains the case where

the piezo electric crystal component concerning this invention is used as an actuator of an ink jet type recording head.

[0042] (Gestalt 1 of operation) Drawing showing a part of cross section where the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 1 requires for the gestalt 1 of operation of this invention, and drawing 2 met the II-II line of drawing 1, and drawing 3 are the sectional views showing the production process of the ink jet type recording head shown in drawing 1 and drawing 2.

[0043] As shown in drawing 1 and drawing 2, the ink jet type recording head concerning the gestalt 1 of operation The silicon substrate 10 in which two or more ink cavities 11 were formed, and the bottom electrode 13 formed in one field of a silicon substrate 10 independently every ink cavity 11 through silicon oxide 12, It has the PZT (titanic-acid lead zirconate) film 14 formed on the bottom electrode 13, the upper electrode 15 formed on the PZT film 14, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0044] The bottom electrode 13 is formed across the field of the ink cavity 11 seen from the flat surface. That is, the bottom electrode 13 is formed by bigger width of face than the width of face of the ink cavity 11. The PZT film 14 and the upper electrode 15 are formed in the ink cavity 11 and the corresponding location. Moreover, the delivery 18 for carrying out the regurgitation of the ink held in the ink cavity 11 to a nozzle plate 17 is formed.

[0045] Next, the manufacture approach of the ink jet type recording head equipped with this configuration is explained along with process drawing shown in drawing 3.

[0046] At the process shown in drawing 3 (1), a silicon substrate 10 is heat-treated in an oxygen ambient atmosphere, and silicon oxide 12 and 16 is formed in a silicon substrate 10. Next, the film for bottom electrode formation which consists of a metal thin film is formed by vacuum deposition, the spatter, a chemical-vapor-deposition method (CVD method), etc. on silicon oxide 12. Subsequently, patterning of the film for said bottom electrode formation (platinum was used with the gestalt of operation) is carried out, and the bottom electrode 13 which became independent two or more ink cavity 11 of every (every [ namely, ] segment) formed behind is formed. By this patterning, the bottom electrode 13 forms by width of face larger than the width of face of the ink cavity 11 formed behind.

[0047] Next, with a sol gel process or a spatter, vacuum deposition, or a CVD method, covering formation of the PZT thin film is carried out so that said bottom electrode 13 may be covered. Subsequently, covering formation of the metal thin film including at least one kind of one quality of the material of aluminum, gold, and platinum is carried out on said PZT thin film as film for upper electrode formation. Next, patterning of the film and PZT thin film for said upper electrode formation is carried out, and the upper electrode 15 and the PZT film 14 are formed.

[0048] Thus, since the bottom electrode 13 was formed independently every ink cavity 11, compared with the case where it forms without making a bottom electrode become independent, the opening area of silicon oxide becomes large.

[0049] Here, since the platinum which is the quality of the material of the bottom electrode 13 is noble metals, reactivity with other elements hardly forms a chemical bond with matter like silicon oxide or a fluororesin deficiently. Therefore, even if it formed the fluororesin film or silicon oxide as passivation film which turns into a protective coat in the case of etching of the silicon substrate 10 for the ink cavity 11 formation performed at the following process on the bottom electrode 13 with which this reactivity consists of scarce platinum, the problem that the passivation film will exfoliate from the bottom electrode 13 was during this etching.

[0050] However, since silicon oxide will be exposed between this segment if the bottom electrode 13 is formed independently for every segment as mentioned above, the fluororesin film or silicon oxide which is this silicon oxide and passivation film joins together good. Therefore, since the passivation film will stick to a wafer on both sides of a component even if the adhesion of a component field is scarce, compared with the conventional piezo electric crystal component, far, covering nature is high and can form the stable passivation film (the gestalt of this operation etching protective coat) chemically. Consequently, an ink cavity can be formed that there is no damage in a component.

[0051] Next, at the process shown in drawing 3 (2), the passivation film 20 which consists of a fluororesin is formed in the field in which the bottom electrode 13 of the silicon substrate 10 obtained at the process shown in drawing 3 (1), the PZT film 14, and the upper electrode 15 are formed. This passivation film 20 functions on a silicon substrate 10 as a protective coat of etching which forms the ink cavity 11 and which is performed for accumulating. Here, as mentioned above, in order to combine with the silicon oxide exposed between segments, that adhesion of this passivation film 20 improves.

[0052] then, silicon oxide 16 — subsequently a silicon substrate 10 is alternatively etched in a potassium-hydroxide water solution, and the ink cavity 11 is formed in a silicon substrate 10. Since the bottom electrode 13 is formed by width of face larger than the width of face of the ink cavity 11 at this time, the hydrogen generated by this etching can prevent reaching the PZT film 14. Therefore, the reliable PZT film is obtained.

[0053] Next, the passivation film 20 is removed at the process shown in drawing 3 (3). Subsequently, the nozzle plate 17 with which the ink delivery 18 was formed in the side in which the silicon oxide 16 of a silicon substrate 10 was formed through silicon oxide 16 is formed. Then, a desired process is performed and an ink jet type recording head is completed.

[0054] In addition, with the gestalt 1 of operation, as passivation film, although the fluororesin was used, as long as not only this but silicon oxide, an epoxy resin, etc. are effective as passivation film, other ingredients may be used.

[0055] Moreover, the process shown in drawing 3 (1) can also be replaced with the process shown below. That is, a silicon substrate 10 is heat-treated in an oxygen ambient atmosphere, and silicon oxide 12 and 16 is formed in a silicon substrate 10. Next, the film for bottom electrode formation, a PZT thin film, and the film for upper electrode formation are formed in order on silicon oxide 12. Subsequently, patterning of the film and PZT thin film for upper electrode formation is carried out, and the upper electrode 15 and the PZT film 14 are formed. Next, patterning of the film for bottom electrode formation is carried out, and the bottom electrode 13 is formed. At this time, patterning of the film for bottom [ this ] electrode formation is performed so that the bottom electrode 13 formed of this may be formed independently two or more ink cavity 11 of every (every [ namely, ] segment) formed behind.

[0056] (Gestalt 2 of operation) Next, the gestalt 2 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 2 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt 1 of operation, and the detailed explanation is omitted.

[0057] a part of ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 4 requires for the gestalt 2 of operation of this invention — it is a sectional view.

[0058] A different point of the ink jet type recording head concerning the gestalt 2 of operation and the ink jet type recording head concerning the gestalt 1 of operation is a point that the passivation film 30 as the last protective coat is formed. Since a contact part with silicon oxide 12 is secured, adhesion of this passivation film [ as well as the gestalt 1 of operation ] 30 improves. In addition, as this passivation film, various film usable as a protective coat, such as polyimide, silicon oxide, and a fluororesin, can usually be used.

[0059] This passivation film 30 may substitute for this, and may remove the passivation film 20, without removing the passivation film 20 formed at the process shown by drawing 3 (2), and may newly form it.

[0060] in addition — although the gestalt 2 of operation explained the case where width of face of the bottom electrode 13 was made larger than the width of face of the ink cavity 11 — the width of face of the bottom electrode 13 — the width of face of the ink cavity 11 — the same — or it may be narrow.

[0061] (Gestalt 3 of operation) Next, the gestalt 3 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 3 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0062] The top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo

electric crystal component which drawing 5 requires for the gestalt 3 of operation of this invention, and drawing 6 are the sectional views which met the VI-VI line of drawing 5.

[0063] The ink jet type recording head concerning the gestalt 3 of operation is equipped with the same structure as the ink jet type recording head concerning the gestalt 2 of operation except the point that the bottom electrode 23 of a piezo electric crystal component is formed by width of face narrower than the width of face of the ink cavity 11.

[0064] Since the actuator of the ink jet type recording head equipped with this configuration is the structure where the bottom electrode 23 is not formed in a part of diaphragm field arranged in the upper part (upper part in drawing 6) of the ink cavity 11 not to mention the ability to improve the adhesion of the passivation film 30, when it applies an electrical potential difference to the PZT film 14 and carries out the variation rate of this, it can obtain a big vibration. For this reason, it becomes possible from a delivery 18 to inject ink at a high speed.

[0065] (Gestalt 4 of operation) Next, the gestalt 4 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 4 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0066] The sectional view where the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 7 requires for the gestalt 4 of operation of this invention, and drawing 8 met the VIII-VIII line of drawing 7, and drawing 9 are the sectional views showing a part of production process of the ink jet type recording head shown in drawing 7 and drawing 8.

[0067] The ink jet type recording head concerning the gestalt 4 of operation constitutes the bottom electrode of the ink jet type recording head concerning the gestalt 2 of operation from a bottom electrode 24 of the \*\* 1st, and a bottom electrode 25 of the \*\* 2nd.

[0068] The actuator of the ink jet type recording head concerning the gestalt 4 of operation The bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which consists of platinum film which formed the bottom electrode 24 of the \*\* 1st which consists of nickel film on silicon oxide 12, and was formed independently every ink cavity 11 on the bottom electrode 24 of the \*\* 1st, It has the PZT film 14 formed on the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd, the upper electrode 15 formed on the PZT film 14, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0069] The ink cavity 11 is formed across the field of the 2nd electrode 25 seen from the flat surface. That is, the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd is formed by width of face smaller than the width of face of the ink cavity 11. Between the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd, and the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which adjoined this, the bottom electrode 24 of the \*\* 1st is exposed.

[0070] In the ink jet type recording head equipped with this structure, the contact part of the passivation film 30 and the bottom electrode 24 of the \*\* 1st is secured. Here, the bottom electrode 24 of the \*\* 1st consists of nickel film, and this film has good adhesion with the passivation film 30. Therefore, the adhesion of the passivation film 30 can be improved. Furthermore, the adhesion of silicon oxide 12 and the bottom electrode 24 of the \*\* 1st can also improve.

[0071] Moreover, with the gestalt 4 of operation, it can write as the structure which mentioned the bottom electrode above, and low resistance-ization can also be attained.

[0072] In addition, as a bottom electrode 24 of the \*\* 1st, if it is conductive ingredients other than platinum or platinum alloys, such as others and titanium film and iridium, the ingredient can be chosen as arbitration. [ film / nickel ]

[0073] Next, the manufacture approach of the ink jet type recording head equipped with this configuration is explained with reference to drawing 9.

[0074] At the process shown in drawing 9, by the approach shown in drawing 3 (1), and the same approach, silicon oxide 12 and 16 is formed in a silicon substrate 10, and the nickel film and the platinum film are formed in order on silicon oxide 12. Subsequently, patterning of the nickel film and the platinum film is carried out. This patterning is performed so that the platinum film may become independent two or more ink cavity 11 of every (every [ namely, ] segment) formed



behind and may serve as width of face narrower than the width of face of the ink cavity 11. Thus, the bottom electrode 24 of the \*\* 1st which consists of nickel film, and the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which consists of platinum film are formed.

[0075] Next, the PZT film 14 and the upper electrode 15 are formed on this by the approach shown in drawing 3 (1), and the same approach.

[0076] Then, the process shown in drawing 3 (2) and (3) and the same process are performed. In addition, with the gestalt of this operation, the passivation film 30 is formed like the gestalt 2 of operation.

[0077] In addition, although the gestalt 4 of operation explained the case where width of face of the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd was made narrower than the width of face of the ink cavity 11, even if the width of face of the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd is the same as the width of face of the ink cavity 11, it is good.

[0078] (Gestalt 5 of operation) Next, the gestalt 5 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 5 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0079] The top view of an ink jet type recording head using the actuator using the piezo electric crystal component which drawing 10 requires for the gestalt 5 of operation of this invention, and drawing 11 are the sectional views which met the XI-XI line of drawing 10.

[0080] The ink jet type recording head concerning the gestalt 5 of operation has the bottom electrode 26 narrower than the width of face of the ink cavity 11 of the \*\* 2nd, and it has the same structure as the ink jet type recording head concerning the gestalt 4 of operation except the point currently formed by the same width of face as the PZT film.

[0081] since the actuator of the ink jet type recording head equipped with this configuration be the structure where the bottom electrode 26 of the \*\* 2nd be form in a part of diaphragm field arranged in the upper part of the ink cavity 11, when in addition to the operation and effectiveness acquire with the gestalt 4 of operation it apply an electrical potential difference to the PZT film 14 and carry out the variation rate of this, it can obtain a big vibration. For this reason, it becomes possible from a delivery 18 to inject ink at a high speed.

[0082] (Gestalt 6 of operation) Next, the gestalt 6 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 6 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0083] The sectional view where the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 12 requires for the gestalt 6 of operation of this invention, and drawing 13 met the XIII-XIII line of drawing 12, and drawing 14 are the sectional views showing a part of production process of the ink jet type recording head shown in drawing 12 and drawing 13.

[0084] The ink jet type recording head concerning the gestalt 6 of operation To one field of the silicon substrate 10 in which two or more ink cavities 11 were formed, and a silicon substrate 10 The bottom electrode 13 which was formed independently every ink cavity 11, and was equipped with width of face larger than the width of face of the ink cavity 11 through silicon oxide 12, The PZT film 14 formed on the bottom electrode 13, and the upper electrode 15 formed on the PZT film 14, It has the interlayer insulation film 50 besides formed, the wiring 90 electrically connected to the upper electrode 15 through the contact hole 92 by which opening was carried out to the interlayer insulation film 50, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0085] Silicon oxide 12 is exposed between the bottom electrodes 13 with which the ink jet type recording head equipped with this structure adjoins the bottom electrode 13 and this since the bottom electrode 13 is formed independently every ink cavity 11, and the part which this exposed silicon oxide 12 and interlayer insulation film 50 contact is secured. Therefore, the adhesion of an interlayer insulation film 50 can be improved.

[0086] In addition, the ink jet type recording head shown in this drawing 13 can also form the passivation film in the upper layer further.

[0087] Next, the manufacture approach of the ink jet type recording head equipped with this structure is explained along with process drawing shown in drawing 14 .

[0088] At the process shown in drawing 14 (1), the bottom electrode 13, the PZT film 14, and the upper electrode 15 which became independent two or more ink cavity 11 of every which forms silicon oxide 12 and 16 in a silicon substrate 10, and is behind formed on silicon oxide 12 by the same approach as the process shown in drawing 3 (1), and were equipped with width of face larger than the width of face of the ink cavity 11 are formed.

[0089] Next, at the process shown in drawing 14 (2), by the same approach as the process shown in drawing 3 (2), after forming the ink cavity 11, the passivation film (not shown) for forming the ink cavity 11 is removed. Next, an interlayer insulation film 50 is formed on this silicon substrate 10. As this interlayer insulation film 50, the film usable as interlayer insulation films, such as polyimide and silicon oxide, is used, for example.

[0090] Subsequently, at the process shown in drawing 14 (3), a contact hole 92 is alternatively formed in the predetermined location of the upper electrode formation section of the interlayer insulation film 50 obtained by drawing 14 R> 4 (2). Next, the wiring 90 electrically connected with the upper electrode 15 through a contact hole 92 is formed on this. Subsequently, by the same approach as the process shown in drawing 3 (3), a desired process is performed and an ink jet type recording head is completed, such as forming the nozzle plate 17 with which the delivery 18 was formed.

[0091] In addition, although the gestalt 6 of operation explained the case where width of face of the bottom electrode 13 was made larger than the width of face of the ink cavity 11, even if the width of face of the bottom electrode 13 is the same as the width of face of the ink cavity 11, it is good.

[0092] (Gestalt 7 of operation) Next, the gestalt 7 of operation concerning this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 7 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0093] The top view of an ink jet type recording head using the actuator using the piezo electric crystal component which drawing 15 requires for the gestalt 7 of operation of this invention, and drawing 16 are the sectional views which met the XVI-XVI line of drawing 15 .

[0094] The ink jet type recording head concerning the gestalt 7 of operation is equipped with the same structure as the ink jet type recording head concerning the gestalt 6 of operation except the point that the bottom electrode 23 of a piezo electric crystal component is formed by width of face narrower than the width of face of the ink cavity 11.

[0095] Since the actuator of the ink jet type recording head equipped with this configuration is the structure where the bottom electrode 23 is not formed in a part of diaphragm field arranged in the upper part of the ink cavity 11 not to mention the ability to improve the adhesion of an interlayer insulation film 50, when it applies an electrical potential difference to the PZT film 14 and carries out the variation rate of this, it can obtain a big vibration. For this reason, it becomes possible from a delivery 18 to inject ink at a high speed.

[0096] In addition, the ink jet type recording head shown in this drawing 15 and 16 can also form the passivation film in the upper layer further.

[0097] (Gestalt 8 of operation) Next, the gestalt 8 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 8 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0098] The top view of an ink jet type recording head using the actuator using the piezo electric crystal component which drawing 17 requires for the gestalt 8 of operation of this invention, and drawing 18 are the sectional views which met the XVIII-XVIII line of drawing 17 .

[0099] The ink jet type recording head concerning the gestalt 8 of operation constitutes the bottom electrode of the ink jet type recording head concerning the gestalt 6 of operation from a bottom electrode 24 of the \*\* 1st, and a bottom electrode 25 of the \*\* 2nd.

[0100] The actuator of the ink jet type recording head concerning the gestalt 8 of operation The bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which formed the bottom electrode 24 of the \*\* 1st which



consists of nickel film on silicon oxide 12, and was formed independently every ink cavity 11 on the bottom electrode 24 of the \*\* 1st, The PZT film 14 formed on the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd, and the upper electrode 15 formed on the PZT film 14, It has the interlayer insulation film 50 besides formed, the wiring 90 electrically connected to the upper electrode 15 through the contact hole 92 by which opening was carried out to the interlayer insulation film 50, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0101] The bottom electrode 25 of the \*\* 2nd is formed across the field of the ink cavity 11 seen from the flat surface. That is, the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd is formed by bigger width of face than the width of face of the ink cavity 11. Between the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd, and the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which adjoined this, the bottom electrode 24 of the \*\* 1st is exposed.

[0102] In the ink jet type recording head equipped with this structure, the contact part of an interlayer insulation film 50 and the bottom electrode 24 of the \*\* 1st is secured. Here, the bottom electrode 24 of the \*\* 1st consists of nickel film, and this film has good adhesion with an interlayer insulation film 50. Therefore, the adhesion of an interlayer insulation film 50 can be improved.

[0103] The manufacture approaches of the ink jet type recording head equipped with this configuration are the approach shown in drawing 9, and same approach, form silicon oxide 12 and 16 in a silicon substrate 10, and form the bottom electrode 24 of the \*\* 1st which consists of nickel film, and the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd which consists of platinum film on silicon oxide 12. Next, the PZT film 14 and the upper electrode 15 are formed on this.

[0104] Then, the process shown in drawing 14 (2) and (3) and the same process are performed, and an ink jet type recording head is completed.

[0105] In addition, although the gestalt 8 of operation explained the case where width of face of the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd was made larger than the width of face of the ink cavity 11, even if the width of face of the bottom electrode 25 of the \*\* 2nd is the same as the width of face of the ink cavity 11, it is good.

[0106] In addition, the ink jet type recording head shown in this drawing 17 and 18 can also form the passivation film in the upper layer further.

[0107] (Gestalt 9 of operation) Next, the gestalt 9 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 9 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0108] The top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 19 requires for the gestalt 9 of operation of this invention, and drawing 20 are the sectional views which met the XX-XX line of drawing 19.

[0109] The ink jet type recording head concerning the gestalt 9 of operation is equipped with the same structure as the ink jet type recording head concerning the gestalt 8 of operation except the point that the bottom electrode 26 of the \*\* 2nd is formed by width of face narrower than the width of face of the ink cavity 11.

[0110] since the actuator of the ink jet type recording head equipped with this configuration be the structure where the bottom electrode 26 of the \*\* 2nd be form in a part of diaphragm field arranged in the upper part of the ink cavity 11, when in addition to the operation and effectiveness acquire with the gestalt 8 of operation it apply an electrical potential difference to the PZT film 14 and carry out the variation rate of this, it can obtain a big vibration. For this reason, it becomes possible from a delivery 18 to inject ink at a high speed.

[0111] In addition, the ink jet type recording head shown in this drawing 19 and 20 can also form the passivation film in the upper layer further.

[0112] (Gestalt 10 of operation) Next, the gestalt 10 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 10 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0113] a part of ink jet type recording head which drawing 21 requires for the gestalt 10 of

operation of this invention--- it is a sectional view.

[0114] The ink jet type recording head shown in drawing 21 consists of platinum film between the components which became independent for every segment of the ink jet type recording head explained with the gestalt 3 of operation, and forms the wiring 73 connected to the bottom electrode 13. Since the contact part of the passivation film 30 and silicon oxide 12 is securable even if it is such structure, the adhesion of the passivation film 30 can be improved.

Furthermore, resistance of the bottom electrode 13 can also be made low.

[0115] In addition, the structure which forms wiring 73 between the components which became independent for every segment is applicable also to the gestalt of other operations mentioned above in this way.

[0116] (Gestalt 11 of operation) Next, the gestalt 11 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 11 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0117] The top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 22 requires for the gestalt 11 of operation of this invention, and drawing 23 are the sectional views which met the XXIII-XXIII line of drawing 22.

[0118] As shown in drawing 22 and drawing 23, the ink jet type recording head concerning the gestalt 11 of operation To one field of the silicon substrate 10 in which two or more ink cavities 11 were formed, and a silicon substrate 10 The bottom electrode 71 with which opening of the hole 72 which silicon oxide 12 exposes to request parts other than the field in which it is formed in through silicon oxide 12, and the PZT film 14 and the upper electrode 15 are formed was carried out. It has the PZT film 14 formed on the bottom electrode 71, the upper electrode 15 formed on the PZT film 14, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0119] By the hole 72, since the ink jet type recording head equipped with this structure can secure the contact part of the passivation film 30 and silicon oxide 12, it can improve the adhesion of the passivation film 30. Furthermore, resistance of the bottom electrode 71 can also be made low.

[0120] In addition, the size of this hole 72 is the range which does not cause trouble to the function as a bottom electrode of a piezo electric crystal component, and may be determined as arbitration. Moreover, it is also applicable to the structure of the bottom electrode of the \*\* 2nd in the gestalt of operation mentioned above.

[0121] (Gestalt 12 of operation) Next, the ink jet type recording head concerning the gestalt 12 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 12 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0122] The sectional view showing a part of ink jet type recording head which used the actuator equipped with the piezo electric crystal component which drawing 24 requires for the gestalt 12 of operation of this invention, and drawing 25 are the sectional views showing the production process of the ink jet type recording head shown in drawing 24.

[0123] As shown in drawing 24, the ink jet type recording head concerning the gestalt 12 of operation The silicon substrate 10 in which two or more ink cavities 11 were formed, and the bottom electrode 43 formed in one field of a silicon substrate 10 through silicon oxide 12, It has the PZT film 44 formed on the bottom electrode 43, the upper electrode 45 formed on the PZT film 44, wiring 40a connected to the upper electrode 45, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted. In addition, agreement 41 is an interlayer insulation film.

[0124] Next, the manufacture approach of the ink jet type recording head equipped with this configuration is explained along with process drawing shown in drawing 25.

[0125] At the process shown in drawing 25 (1), the bottom electrode 43, the PZT film 44, and the upper electrode 45 equipped with the desired configuration are formed on the silicon oxide 12 formed on the silicon substrate 10.

[0126] Next, at the process shown in drawing 25 (2), an interlayer insulation film 41 is formed on

the silicon substrate 10 in which the bottom electrode 43, the PZT film 44, and the upper electrode 45 were formed. Next, the contact hole connected with the upper electrode 45 is formed in this interlayer insulation film 41. Subsequently, the passivation film 40 which consists of nickel is formed on this. Said contact hole is also filled up with this passivation film 40 at this time. This passivation film 40 functions on a silicon substrate 10 as a protective coat of etching which forms the ink cavity 11 and which is performed for accumulating. then, silicon oxide 16 — subsequently a silicon substrate 10 is etched alternatively and the ink cavity 11 is formed in a silicon substrate 10.

[0127] Next, at the process shown in drawing 25 (3), patterning of the passivation film 40 is carried out, and wiring 40a connected to the upper electrode 45 is formed. Here, the nickel film is equipped with the resistance over the etching reagent used in case a silicon substrate 10 is etched alternatively while it has conductivity. It can use as a wiring material formed behind not to mention protecting a component from this reason in said etching process, since the film which consists of nickel as passivation film 40 was used in the ink jet type recording head concerning the gestalt 2 of operation. Therefore, ingredient cost is also reducible while being able to simplify a production process.

[0128] Subsequently, the nozzle plate 17 with which the ink delivery 18 was formed in the side in which the silicon oxide 16 of a silicon substrate 10 was formed through silicon oxide 16 is formed. Then, a desired process is performed and an ink jet type recording head is completed.

[0129] In addition, the passivation film 40 which consists of this nickel may be applied to the ink jet type recording head concerning the gestalt 1 of operation mentioned above.

[0130] (Gestalt 13 of operation) Next, the ink jet type recording head which used the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 13 of operation of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, with the gestalt 13 of operation, the same agreement is given to the same member as the gestalt of operation mentioned above, and the detailed explanation is omitted.

[0131] Drawing 26 is the sectional view showing a part of ink jet type recording head concerning the gestalt 13 of operation of this invention.

[0132] As shown in drawing 26 , the ink jet type recording head concerning the gestalt 3 of operation The silicon substrate 10 in which two or more ink cavities 11 were formed, and the bottom electrode 61 formed in one field of a silicon substrate 10 through silicon oxide 12, It has the PZT film 62 formed on the bottom electrode 61, the upper electrode 63 formed on the PZT film 62, and the nozzle plate 17 formed in the field of another side of a silicon substrate 10 through silicon oxide 16, and is constituted.

[0133] The bottom electrode 61 has 5 layer structures which become order from the nickel film 51, the titanium film 52, the titanio-acid-ized film 53, the titanium film 54, and the platinum film 55 from the silicon oxide 12 side. Here, the nickel film 51 has the resistance over the etching reagent used in case a silicon substrate 10 is etched alternatively, as mentioned above. For this reason, even if an etching reagent permeates from a silicon substrate 10 side in the case of etching performed in case the ink cavity 11 is formed, this nickel film 51 can make it function as bottom electrode 61 self, the PZT film 62, and a protective coat of the upper electrode 63. Consequently, this etching reagent or an etching resultant penetrates silicon oxide 12, and a damage is not given to the bottom electrode 61, the PZT film 62, and the upper electrode 63 at the terminal point of etching.

[0134] Moreover, the bottom electrode 61 equipped with such 5 layer structures can also improve the dependability of the bottom electrode 61, as a result of the titanium film 52, the titanio-acid-ized film 53, and the titanium film 54 raising the adhesion of the nickel film 51 and the platinum film 55 in addition to said advantage.

[0135] In addition, although considered as 5 layer structures which mentioned the bottom electrode 61 above with the gestalt 13 of operation, if not only this but the lowest layer (layer of the side near a silicon substrate) consists of nickel film, it can also make the alloy of a zirconia, iridium, titanium, and a zirconia, the alloy of iridium and titanium, etc. multilayer structure with other conductive ingredients, for example.

[0136] Moreover, the bottom electrode concerning the gestalt 13 of operation of the ability to

apply also to the gestalt of other operations mentioned above is natural.

[0137] In addition, although the gestalt 1 of operation thru/or the gestalt 13 of operation explained the case where the actuator concerning this invention was used for an ink jet type recording head, the piezo electric crystal component not only concerning this but this invention can be used as an actuator of various devices, such as a micropump and a microswitch, etc.

[0138]

[Effect of the Invention] As explained above, since the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning this invention made the bottom electrode become independent for every segment and formed it, it can secure the contact part of the insulator layer exposed between this segment or the bottom electrode of the \*\* 1st, and the interlayer insulation film or the passivation film. Therefore, since an interlayer insulation film or the passivation film sticks on both sides of a component even if the adhesion of a component field, and the interlayer insulation film or the passivation film is scarce, covering nature is high and can form a stable interlayer insulation film or the passivation film chemically. Consequently, an ink cavity can be formed that there is no damage in a component, and the actuator equipped with the reliable piezo electric crystal component can be obtained.

[0139] Moreover, if a bottom electrode or the bottom electrode of the \*\* 2nd is formed by width of face narrower than the width of face of a cavity, since a bottom electrode will not be formed in a part of diaphragm field, in addition to said effectiveness, a big vibration of the amplitude is obtained.

[0140] Moreover, if a bottom electrode or the bottom electrode of the \*\* 2nd is formed by the same or width of face larger than it as the width of face of a cavity, it can prevent that the hydrogen generated in case a cavity is formed by etching invades into the piezo electric crystal film, and the actuator equipped with the still more reliable piezo electric crystal component can be obtained.

[0141] Moreover, in case said substrate is etched, a bottom [ this ] electrode can be operated as said piezo electric crystal film and an etching protective coat of an upper electrode, because the lowest layer (substrate side) makes a bottom electrode the multilayer structure formed from the nickel film, the titanium film, or the titanite-acid-ized film. For this reason, good etching which does not cause trouble to a piezo electric crystal component can be performed. Consequently, the ink jet type recording head using an actuator and this equipped with the reliable piezo electric crystal component can be offered.

[0142] Furthermore, by considering as 5 layer structures which mentioned the bottom [ this ] electrode above, as a result of being able to improve the adhesion of said nickel film and platinum film, a reliable electrode can be obtained.

[0143] Moreover, by using the film equipped with conductivity as a component protective coat which protects a component from etching performed in case an ink cavity is formed in a substrate, after this etching is completed, this component protective coat can be used as film for wiring formation. Consequently, a manufacturing cost is reducible while being able to simplify a production process.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 1 of operation of this invention.

[Drawing 2] It is drawing showing a part of cross section which met the II-II line of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the sectional view showing the production process of the ink jet type recording head shown in drawing 1 and drawing 2 .

[Drawing 4] a part of ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 2 of operation of this invention — it is a sectional view.

[Drawing 5] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 3 of operation of this invention.

[Drawing 6] Drawing 6 is the sectional view which met the VI-VI line of drawing 5 .

[Drawing 7] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 4 of operation of this invention.

[Drawing 8] It is the sectional view which met the VIII-VIII line of drawing 7 .

[Drawing 9] It is the sectional view showing a part of production process of the ink jet type recording head shown in drawing 7 and drawing 8 .

[Drawing 10] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 5 of operation of this invention.

[Drawing 11] It is the sectional view which met the XI-XI line of drawing 10 .

[Drawing 12] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 6 of operation of this invention.

[Drawing 13] It is the sectional view which met the XIII-XIII line of drawing 12 .

[Drawing 14] It is the sectional view showing a part of production process of the ink jet type recording head shown in drawing 12 and drawing 13 .

[Drawing 15] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 7 of operation of this invention.

[Drawing 16] It is the sectional view which met the XVI-XVI line of drawing 15 .

[Drawing 17] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 8 of operation of this invention.

[Drawing 18] It is the sectional view which met the XVIII-XVIII line of drawing 17 .

[Drawing 19] It is the top view of an ink jet type recording head used as an actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 9 of operation of this invention.

[Drawing 20] It is the sectional view which met the XX-XX line of drawing 19 .

[Drawing 21] a part of ink jet type recording head concerning the gestalt 10 of operation of this invention — it is a sectional view.

[Drawing 22] It is the top view of an ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 11 of operation of this invention.

[Drawing 23] It is the sectional view which met the XXIII-XXIII line of drawing 22 .

[Drawing 24] It is the sectional view showing a part of ink jet type recording head using the actuator equipped with the piezo electric crystal component concerning the gestalt 12 of

operation of this invention:

[Drawing 25] It is the sectional view showing the production process of the ink jet type recording head shown in drawing 24 .

[Drawing 26] It is the sectional view showing a part of ink jet type recording head concerning the gestalt 13 of operation of this invention.

[Description of Notations]

10 Silicon Substrate

11 Ink Cavity

12 16 Silicon oxide

13, 23, 43, 61, 71 Bottom electrode

14, 44, 62 PZT film

15, 45, 63 Top electrode

17 Nozzle Plate

18 Delivery

20, 30, 40 Passivation film

24 Bottom Electrode of the \*\* 1st

25 Bottom Electrode of the \*\* 2nd

40a, 73, 90 Wiring

41 50 Interlayer insulation film

72 Hole

92 Contact Hole

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-211701

(43) 公開日 平成10年(1998) 8月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup> 識別記号  
B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/16  
H 0 1 L 41/09  
41/22

F I  
B 4 1 J 3/04 1 0 3 A  
1 0 3 H  
H 0 1 L 41/08 L  
41/22 Z

審査請求 未請求 請求項の数35 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-302792  
(22) 出願日 平成9年(1997)11月5日  
(31) 優先権主張番号 特願平8-293686  
(32) 優先日 平8(1996)11月6日  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

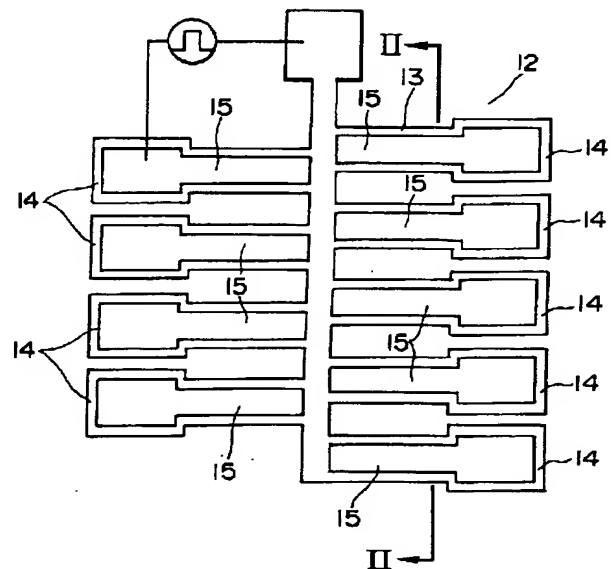
(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(72) 発明者 橋爪 勉  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(72) 発明者 松沢 明  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(74) 代理人 弁理士 稲葉 良幸 (外2名)

(54) 【発明の名称】 圧電体素子を備えたアクチュエータ及びインクジェット式記録ヘッド、並びにこれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 層間絶縁膜やパッシベーション膜等の密着性を向上し、信頼性の高い圧電体素子を備えたアクチュエータ及びインクジェット式記録ヘッド、並びにその製造方法を提供する。また、パッシベーション膜膜を配線形成用膜に利用し、製造工程の簡略化及びコストの削減を図る。

【解決手段】 シリコン基板10上にシリコン酸化膜12を介して、インクキャビティ11毎に独立形成された下電極13を形成し、この上にPZT膜14及び上電極15を形成した後、この上に層間絶縁膜50又はパッシベーション膜30を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記絶縁膜が、前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 2】 基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記絶縁膜が、前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 3】 前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、前記下電極が当該キャビティの幅より狭い幅で形成されてなる請求項 1 又は請求項 2 記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 4】 前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、前記下電極が当該キャビティの幅と同じか、それより広い幅で形成されてなる請求項 1 又は請求項 2 記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 5】 前記下電極と、これに隣接する下電極との間に、配線が形成されている請求項 3 記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 6】 基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記下電極は、圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口され、この露出された絶縁膜が前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 7】 基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記下電極は、圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口され、この露出された絶縁膜が前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 8】 前記下電極がプラチナ、又はプラチナ合金からなる請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 9】 基板上に絶縁膜を介して形成された第 1 の下電極と、当該第 1 の下電極上に形成された第 2 の下電極と、当該第 2 の下電極上に形成された圧電体膜と、

当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記第 1 及び第 2 の下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記第 1 の下電極は、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料から構成され、前記第 2 の下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記第 1 の下電極が、前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 10】 基板上に絶縁膜を介して形成された第 1 の下電極と、当該第 1 の下電極上に形成された第 2 の下電極と、当該第 2 の下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記第 1 及び第 2 の下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記第 1 の下電極は、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料から構成され、前記第 2 の下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記第 1 の下電極が、前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 11】 前記基板の、前記第 2 の下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、前記第 2 の下電極が当該キャビティの幅より狭い幅で形成されてなる請求項 9 又は請求項 10 記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 12】 前記基板の、前記第 2 の下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、前記第 2 の下電極が当該キャビティの幅と同じか、それより広い幅で形成されてなる請求項 9 又は請求項 10 記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 13】 前記第 2 の下電極がプラチナ、又はプラチナ合金からなる請求項 9 ないし請求項 12 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 14】 前記第 1 の下電極は、少なくとも最下層がニッケル膜からなる請求項 9 ないし請求項 13 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 15】 前記第 1 の下電極は、少なくとも最下層がチタン膜からなる請求項 9 ないし請求項 13 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 16】 前記第 1 の下電極は、少なくとも最下層が酸化チタン膜からなる請求項 9 ないし請求項 13 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 17】 前記第 1 の下電極は、基板側から順に、ニッケル膜、チタン膜、酸化チタン膜、チタン膜からなる 4 層構造を備えた請求項 9 ないし請求項 13 のいずれか一項に記載の圧電体素子を備えたアクチュエータ。

【請求項 18】 基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニ



ングし、下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜を形成する工程と、を有するアクチュエータの製造方法。

【請求項19】 基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を有するアクチュエータの製造方法。

【請求項20】 前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、当該下電極の幅より狭い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えた請求項18又は請求項19記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項21】 前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、当該下電極の幅と同じか、それより広い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えた請求項18又は請求項19記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項22】 基板上に絶縁膜を介して、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料からなる第1の下電極形成膜、第2の下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記第1及び第2の下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、第2の下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法。

【請求項23】 基板上に絶縁膜を介して、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料からなる第1の下電極形成膜、第2の下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記第1及び第2の下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、第2の下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法。

【請求項24】 前記基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、当該第2の下電極の幅より狭い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えた請求項22又は請求項23記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項25】 前記基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、当該第2の下電極の幅と同じか、それより広い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えた請求項22又は請求項23記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項26】 基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前

記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極の圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口された電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法。

【請求項27】 基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極の圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口された電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法。

【請求項28】 基板上に形成された下電極、圧電体膜及び上電極からなる電極素子を形成する工程と、当該電極素子が形成された基板上に導電性を備えたパッシベーション膜を形成する工程と、当該パッシベーション膜が形成された基板を選択的にエッチングし、キャビティを形成する工程と、前記キャビティを形成した後、前記パッシベーション膜にパターンニングを行い、当該パッシベーション膜からなる配線を形成する工程と、を備えてなるアクチュエータの製造方法。

【請求項29】 前記パッシベーション膜がニッケル膜である請求項28記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項30】 前記第1の下電極を形成する工程は、ニッケル膜を形成する工程からなる請求項22ないし請求項25記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項31】 前記第1の下電極を形成する工程は、チタン膜を形成する工程からなる請求項22ないし請求項25記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項32】 前記第1の下電極を形成する工程は、酸化チタン膜を形成する工程からなる請求項22ないし請求項25記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項33】 前記第2の下電極を形成する工程は、チタン膜、酸化チタン膜、チタン膜及びプラチナ膜を順次形成する工程からなる請求項30記載のアクチュエータの製造方法。

【請求項34】 請求項1ないし請求項17のいずれか一項に記載されたアクチュエータとして備えたインクジェット式記録ヘッド。

【請求項35】 圧電体素子を有するアクチュエータを備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法であって、前記アクチュエータを、請求項18ないし請求項33のいずれか一項に記載の方法により製造するインクジェット式記録ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、圧電体素子を備え

たアクチュエータ、及びインクジェット式記録ヘッド、並びにこれらの製造方法に関する。

#### 【0002】

【従来の技術】従来から、例えば、インクジェット式記録ヘッドのインク吐出用の駆動源、すなわち、電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する素子として、チタン酸ジルコン酸鉛（以下、「PZT」と記す）からなる素子が使用されている。このインクジェット式記録ヘッドは、一般には、多数の個別インク通路（インクキャビティやインク溜り等）を形成したヘッド基台と、全ての個別インク通路を覆うように前記ヘッド基台に取り付けた振動板と、この振動板の前記個別インク通路に対応する各部分に被着形成した下電極、PZT膜及び上電極からなる電極素子と、層間絶縁膜を介して形成された配線等、所望素子を備えて構成されている。

【0003】この構成のインクジェット式記録ヘッドは、前記PZT膜に電界を加えてPZT膜を変位させることにより、個別インク通路内に收容されているインクを、個別インク通路に設けられたノズル板に形成されているインク吐出口から押出すように設計されている。

【0004】このインクジェット式記録ヘッドは、通常、以下に示す工程によって製造されている。すなわち、例えば、単結晶シリコン基板上に熱酸化膜を形成した後、この上に、所望の形状を備えた下電極、PZT膜及び上電極からなる電極素子を形成する。次に、層間絶縁膜を介して電極素子と接続する配線等、所望素子を形成する。次いで、前記単結晶シリコン基板の電極素子が形成されている面と反対側の面に熱酸化膜を形成する。次に、この単結晶シリコン基板の前記電極素子形成領域に対応する部分を選択的にエッチングし、個別のインク通路（インクキャビティやインク溜り等）を形成する。このエッチングの際には、前記素子を保護するためのパッシベーション膜が形成される。その後、インクの吐出口が形成されたノズルプレート在所定位置に設置する等、所望の工程を行いインクジェット式記録ヘッドを完成する。

#### 【0005】

【発明を解決しようとする課題】従来のインクジェット式記録ヘッドでは、通常、プラチナ又はプラチナ合金により上下の電極を形成している。このプラチナ及びプラチナ合金は、反応性に乏しく、例えば、絶縁膜や層間絶縁膜との密着性が低いという欠点がある。したがって、これらの膜は素子から剥離しやすく、圧電体素子の信頼性が低下する等の問題が生じている。また、従来のインクジェット式記録ヘッドの製造方法では、前記個別のインク通路を形成する際に、素子を保護するためにパッシベーション膜を形成している。このパッシベーション膜としては、例えば、フッ素樹脂膜やシリコン酸化膜等が使用されているが、素子が形成されている基板との密着性が十分でないという問題がある。具体的には、例え

ば、下電極材料としてプラチナを用いた場合、プラチナ膜とフッ素樹脂膜との間の密着力、及びプラチナ膜とシリコン酸化膜との間の密着力は、共に脆弱である。このため、プラチナ膜とパッシベーション膜（フッ素樹脂膜及びシリコン酸化膜）との接触面積が大きいと、結果的にパッシベーション膜と基板との密着性が不十分になるという問題がある。なお、このパッシベーション膜は、通常、インク通路を形成した後に除去している。

【0006】また、前記個別のインク通路を形成するためのエッチングには、エッチング溶液として、通常、5重量%～40重量%の水酸化カリウム水溶液等の高濃度のアルカリ溶液が使用されている。ここで、このエッチングの際に、前記素子にエッチング溶液が接触すると、当該素子が基板から剥離したり、あるいは損傷が生じたりするという問題がある。具体的には、例えば、エッチング液が振動板（例えば、シリコン酸化膜）まで到達するように単結晶シリコン基板をエッチングすると、エッチングの終点で、このアルカリ水溶液あるいはエッチング反応生成物が振動板を透過して、素子にダメージを与えるという問題がある。

【0007】本発明は、このような従来の問題点を解決することを課題とするものであり、層間絶縁膜やパッシベーション膜の密着性を向上でき、信頼性の高い圧電体素子を備えたアクチュエータを提供することを目的とする。また、このようなアクチュエータを製造する方法を提供することを目的とする。

【0008】さらに、素子をエッチングから保護するパッシベーション膜を配線形成用膜に利用することで、製造工程を簡略化し、コストの削減を行うことが可能な圧電体素子を備えたアクチュエータ及びこの製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0009】

【課題を解決するための手段】この目的を達するために、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記絶縁膜が、前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0010】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記絶縁膜が、前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0011】この構造により、層間絶縁膜あるいはパッ

シベーション膜には、絶縁膜上に形成される部分ができる、すなわち、電極素子の両側で層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜が絶縁膜に密着することになる。このため、被覆性が高く、化学的に安定な層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜を形成することができる。

【0012】また、本発明に係る圧電体素子は、基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、当該キャビティの幅より狭い幅の下電極を備えることができる。この構造によって、前記利点に加え、キャビティ領域にある振動板の一部に下電極が形成されないこととなるため、振幅の大きな振動が得られる。

【0013】そしてまた、本発明に係る圧電体素子は、基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、当該キャビティの幅と同じか、それより広い幅の下電極を備えることができる。この構造によって、層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜の密着性を向上することは勿論のこと、エッチングの際に生じる水素が、圧電体膜に侵入することを効果的に防止することができる。

【0014】さらに、前記下電極と、これに隣接する下電極との間には、配線を形成することもできる。

【0015】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記下電極は、圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口され、この露出された絶縁膜が前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0016】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された下電極と、当該下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記下電極は、圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口され、この露出された絶縁膜が前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0017】この構造により、層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜は、前記穴を介して絶縁膜に密着することになる。このため、被覆性が高く、化学的に安定な層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜を形成することができる。

【0018】前記下電極は、プラチナ、又はプラチナ合金から形成することができる。

【0019】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された第1の下電極と、当該第1の下電極上に形成された第2の下電極と、当該第2の下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、

前記第1及び第2の下電極、圧電体膜及び上電極を覆う層間絶縁膜と、を備え、前記第1の下電極は、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料から構成され、前記第2の下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記第1の下電極が、前記層間絶縁膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0020】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して形成された第1の下電極と、当該第1の下電極上に形成された第2の下電極と、当該第2の下電極上に形成された圧電体膜と、当該圧電体膜上に形成された上電極と、前記第1及び第2の下電極、圧電体膜及び上電極を覆うパッシベーション膜と、を備え、前記第1の下電極は、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料から構成され、前記第2の下電極はセグメント毎に独立してなり、当該セグメント間に形成されている前記第1の下電極が、前記パッシベーション膜に直接接触されてなる圧電体素子を備えたアクチュエータを提供するものである。

【0021】この構造により、層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜には、プラチナ又はプラチナ合金以外の導電性材料から構成された第1の下電極上に形成される部分ができる、すなわち、電極素子の両側で層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜が第1の下電極に密着することになる。このため、被覆性が高く、化学的に安定な層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜を形成することができる。

【0022】また、本発明に係る圧電体素子は、基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、当該キャビティの幅より狭い幅の第2の下電極を備えることができる。

【0023】また、本発明に係る圧電体素子は、基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、キャビティを備え、当該キャビティの幅と同じか、それより広い幅の第2の下電極を備えることができる。

【0024】前記第2の下電極は、プラチナ又はプラチナ合金から形成することができる。また、前記第1の下電極は、少なくとも最下層をニッケル膜から形成することができる。そしてまた、前記第1の下電極は、少なくとも最下層をチタン膜から形成することができる。さらにまた、前記第1の下電極は、少なくとも最下層を酸化チタン膜から形成することができる。また、前記第1の下電極は、基板側から順に、ニッケル膜、チタン膜、酸化チタン膜、チタン膜からなる4層構造とすることもできる。

【0025】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜

を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0026】そしてまた、本発明は、基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0027】また、本発明は、前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、当該下電極の幅より狭い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えることができる。

【0028】さらにまた、本発明は、前記基板の、前記下電極形成位置に対応した位置に、当該下電極の幅と同じか、それより広い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えることができる。

【0029】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して第1の下電極形成膜、第2の下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記第1及び第2の下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、第2の下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0030】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して第1の下電極形成膜、第2の下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記第1及び第2の下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、第2の下電極がセグメント毎に独立した電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0031】そしてまた、本発明は、前記基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、当該第2の下電極の幅より狭い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えることができる。

【0032】さらにまた、本発明は、前記基板の、前記第2の下電極形成位置に対応した位置に、当該第2の下電極の幅と同じか、それより広い幅のキャビティを選択的に形成する工程をさらに備えることができる。

【0033】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極の圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口された電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素

子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆う層間絶縁膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0034】また、本発明は、基板上に絶縁膜を介して下電極形成膜、圧電体膜、上電極形成膜を順に形成する工程と、前記下電極形成膜、圧電体膜及び上電極形成膜をパターンニングし、下電極の圧電体膜及び上電極形成領域以外の所望領域に、前記絶縁膜が露出する穴が開口された電極素子を形成する工程と、前記絶縁膜及び電極素子が形成された前記基板上に、当該電極素子を覆うパッシベーション膜を形成する工程と、を備えたアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0035】そしてまた、本発明は、基板上に形成された下電極、圧電体膜及び上電極からなる電極素子を形成する工程と、当該電極素子が形成された基板上に導電性を備えたパッシベーション膜を形成する工程と、当該パッシベーション膜が形成された基板を選択的にエッチングし、キャビティを形成する工程と、前記キャビティを形成した後、前記パッシベーション膜にパターンニングを行い、当該パッシベーション膜からなる配線を形成する工程と、を備えてなるアクチュエータの製造方法を提供するものである。

【0036】この製造方法を行うことで、パッシベーション膜を金属配線形成用の膜として利用することができる。このパッシベーション膜としては、ニッケル膜が挙げられる。

【0037】また、前記第1の下電極を形成する工程は、ニッケル膜を形成する工程、チタン膜を形成する工程、酸化チタン膜を形成する工程、のいずれかとすることができる。

【0038】そしてまた、前記第2の下電極を形成する工程は、チタン膜、酸化チタン膜、チタン膜及びプラチナ膜を順次形成する工程としてもよい。

【0039】さらにまた、本発明は、前述したアクチュエータとして備えたインクジェット式記録ヘッドを提供するものである。

【0040】また、前述した製造方法により、前記アクチュエータを製造するインクジェット式記録ヘッドの製造方法を提供するものである。

【0041】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る実施の形態について詳述する。なお、以下に示す実施の形態では、本発明に係る圧電体素子をインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータとして使用した場合について説明する。

【0042】（実施の形態1）図1は、本発明の実施の形態1に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図2は、図1のII-II線に沿った断面の一部を示す図、図3は、図1及び図2に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0043】図1及び図2に示すように、実施の形態1に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインクキャビティ11が設けられたシリコン基板10と、シリコン基板10の一方の面に、シリコン酸化膜12を介して各インクキャビティ11毎に独立して形成された下電極13と、下電極13上に形成されたPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）膜14と、PZT膜14上に形成された上電極15と、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。

【0044】下電極13は、平面から見たインクキャビティ11の領域を超えて形成されている。すなわち、下電極13は、インクキャビティ11の幅より大きな幅で形成されている。PZT膜14及び上電極15は、インクキャビティ11と対応する位置に形成されている。また、ノズル板17には、インクキャビティ11内に収容されたインクを吐出するための吐出口18が設けられている。

【0045】次に、この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法を、図3に示す工程図に沿って説明する。

【0046】図3(1)に示す工程では、シリコン基板10を酸素雰囲気中で熱処理し、シリコン基板10にシリコン酸化膜12及び16を形成する。次に、シリコン酸化膜12上に、金属薄膜からなる下電極形成用の膜を、例えば、蒸着法、スパッタ法、化学気相成長法（CVD法）等により形成する。次いで、前記下電極形成用の膜（実施の形態ではプラチナを使用した）をパターニングし、後に形成される複数のインクキャビティ11毎（すなわち、セグメント毎）に独立した下電極13を形成する。このパターニングでは、下電極13が、後に形成されるインクキャビティ11の幅より広い幅で形成する。

【0047】次に、PZT薄膜をゾルゲル法あるいはスパッタ法、蒸着法、CVD法のいずれかで、前記下電極13を覆うように被着形成する。次いで、上電極形成用の膜として、例えば、アルミニウム、金、プラチナのいずれかの材質を少なくとも1種類含む金属薄膜を前記PZT薄膜上に被着形成する。次に、前記上電極形成用の膜及びPZT薄膜をパターニングし、上電極15及びPZT膜14を形成する。

【0048】このように、下電極13を各インクキャビティ11毎に独立して形成したため、下電極を独立させずに形成した場合に比べ、シリコン酸化膜の開口面積が大きくなる。

【0049】ここで、下電極13の材質であるプラチナは、貴金属であるため、他の元素との反応性が乏しく、例えば、シリコン酸化膜やフッ素樹脂のような物質とほとんど化学結合を形成しない。よって、この反応性が乏しいプラチナからなる下電極13上に、次の工程で行うインクキャビティ11形成のためのシリコン基板10の

エッチングの際に保護膜となるパッシベーション膜としてフッ素樹脂膜あるいはシリコン酸化膜を形成しても、このエッチング中に、パッシベーション膜が下電極13から剥離してしまうという問題があった。

【0050】しかしながら、前述したように、下電極13をセグメント毎に独立して形成すれば、このセグメント間にシリコン酸化膜が露出するため、このシリコン酸化膜とパッシベーション膜であるフッ素樹脂膜あるいはシリコン酸化膜が良好に結合する。したがって、たとえ素子領域の密着性が乏しくても、素子の両側でパッシベーション膜がウエハに密着するため、従来の圧電体素子に比べ、遥かに被覆性が高く、化学的に安定なパッシベーション膜（本実施の形態ではエッチング保護膜）を形成することができる。この結果、素子に損傷なくインクキャビティを形成できる。

【0051】次に、図3(2)に示す工程では、図3(1)に示す工程で得たシリコン基板10の下電極13、PZT膜14及び上電極15が形成されている面に、フッ素樹脂からなるパッシベーション膜20を形成する。このパッシベーション膜20は、シリコン基板10にインクキャビティ11を形成するために行うエッチングの保護膜として機能する。ここで、このパッシベーション膜20は、前述したようにセグメント間に露出したシリコン酸化膜と結合するため、その密着性が向上される。

【0052】その後、シリコン酸化膜16、次いでシリコン基板10を選択的に水酸化カリウム水溶液でエッチングし、シリコン基板10にインクキャビティ11を形成する。このとき、下電極13は、インクキャビティ11の幅より広い幅で形成されているため、このエッチングによって発生した水素が、PZT膜14に到達することを防止することができる。したがって、信頼性の高いPZT膜が得られる。

【0053】次に、図3(3)に示す工程では、パッシベーション膜20を除去する。次いで、シリコン基板10のシリコン酸化膜16が形成された側に、シリコン酸化膜16を介してインク吐出口18が形成されたノズル板17を設ける。その後、所望の工程を行い、インクジェット式記録ヘッドを完成する。

【0054】なお、実施の形態1では、パッシベーション膜として、フッ素樹脂を使用した。これに限らず、シリコン酸化膜、エポキシ樹脂等、パッシベーション膜として有効であれば、他の材料を使用してもよい。

【0055】また、図3(1)に示す工程は、以下に示す工程と置き換えることもできる。すなわち、シリコン基板10を酸素雰囲気中で熱処理し、シリコン基板10にシリコン酸化膜12及び16を形成する。次に、シリコン酸化膜12上に、下電極形成用の膜、PZT薄膜及び上電極形成用の膜を順に形成する。次いで、上電極形成用の膜及びPZT薄膜をパターニングし、上電極15及びPZT膜14を形成する。次に、下電極形成用の膜を



パターニングし、下電極 13 を形成する。この時、この下電極形成用の膜のパターニングは、これによって形成される下電極 13 が、後に形成される複数のインクキャビティ 11 毎（すなわち、セグメント毎）に独立して形成されるように行う。

【0056】（実施の形態 2）次に、本発明に係る実施の形態 2 について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 2 では、実施の形態 1 と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0057】図 4 は、本発明の実施の形態 2 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの一部断面図である。

【0058】実施の形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドと、実施の形態 1 に係るインクジェット式記録ヘッドとの異なる点は、最終保護膜としてのパッシベーション膜 30 が形成されている点である。このパッシベーション膜 30 も、実施の形態 1 と同様に、シリコン酸化膜 12 との接触部分が確保されるため、密着性が向上される。なお、このパッシベーション膜としては、ポリイミド、シリコン酸化膜、フッ素樹脂等、通常、保護膜として使用可能な様々な膜が使用できる。

【0059】このパッシベーション膜 30 は、図 3 (2) で示す工程で形成したパッシベーション膜 20 を除去せずに、これを代用してもよく、また、パッシベーション膜 20 を除去して、新たに形成してもよい。

【0060】なお、実施の形態 2 では、下電極 13 の幅をインクキャビティ 11 の幅より広くした場合について説明したが、下電極 13 の幅は、インクキャビティ 11 の幅と同じ、あるいは狭くてもよい。

【0061】（実施の形態 3）次に、本発明に係る実施の形態 3 について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 3 では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0062】図 5 は、本発明の実施の形態 3 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図 6 は、図 5 の VI-VI 線に沿った断面図である。

【0063】実施の形態 3 に係るインクジェット式記録ヘッドは、圧電体素子の下電極 23 が、インクキャビティ 11 の幅より狭い幅で形成されている点以外は、実施の形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドと同じ構造を備えている。

【0064】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、パッシベーション膜 30 の密着性を向上することができることは勿論のこと、インクキャビティ 11 の上部（図 6 における上部）に配設された振動板領域の一部に下電極 23 が形成されていない構造であるため、PZT 膜 14 に電圧を加えてこれを変位させた際に、大きな振動を得ることができる。このため、吐出口 18 からインクを高速に射出することが可能

となる。

【0065】（実施の形態 4）次に、本発明に係る実施の形態 4 について図面を参照して説明する。なお、実施の形態 4 では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0066】図 7 は、本発明の実施の形態 4 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図 8 は、図 7 の VII-VII 線に沿った断面図、図 9 は、図 7 及び図 8 に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【0067】実施の形態 4 に係るインクジェット式記録ヘッドは、実施の形態 2 に係るインクジェット式記録ヘッドの下電極を第 1 の下電極 24 と第 2 の下電極 25 とから構成したものである。

【0068】実施の形態 4 に係るインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、シリコン酸化膜 12 上に、ニッケル膜からなる第 1 の下電極 24 を形成し、第 1 の下電極 24 上に、各インクキャビティ 11 毎に独立して形成されたプラチナ膜からなる第 2 の下電極 25 と、第 2 の下電極 25 上に形成された PZT 膜 14 と、PZT 膜 14 上に形成された上電極 15 と、シリコン基板 10 の他方の面に、シリコン酸化膜 16 を介して設けられたノズル板 17 と、を備えて構成されている。

【0069】インクキャビティ 11 は、平面から見た第 2 の電極 25 の領域を超えて形成されている。すなわち、第 2 の下電極 25 は、インクキャビティ 11 の幅より小さな幅で形成されている。第 2 の下電極 25 と、これに隣接した第 2 の下電極 25 との間には、第 1 の下電極 24 が露出している。

【0070】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドでは、パッシベーション膜 30 と、第 1 の下電極 24 との接触部分が確保される。ここで、第 1 の下電極 24 は、ニッケル膜から構成されており、この膜は、パッシベーション膜 30 との密着性が良好である。したがって、パッシベーション膜 30 の密着性を向上することができる。さらに、シリコン酸化膜 12 と第 1 の下電極 24 との密着性も向上することができる。

【0071】また、実施の形態 4 では、下電極を上述した構造としたため、低抵抗化を達成することもできる。

【0072】なお、第 1 の下電極 24 としては、ニッケル膜の他、チタン膜、イリジウム等、プラチナまたはプラチナ合金以外の導電性材料であれば、その材料は任意に選択することができる。

【0073】次に、この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法を、図 9 を参照して説明する。

【0074】図 9 に示す工程では、図 3 (1) に示す方法と同様の方法で、シリコン基板 10 にシリコン酸化膜 12 及び 16 を形成し、シリコン酸化膜 12 の上に、ニッケル膜、プラチナ膜を順に形成する。次いで、ニッケル

膜及びプラチナ膜をパターニングする。このパターニングは、プラチナ膜が、後に形成される複数のインクキャビティ11毎(すなわち、セグメント毎)に独立し、かつインクキャビティ11の幅より狭い幅となるように行う。このようにして、ニッケル膜からなる第1の下電極24と、プラチナ膜からなる第2の下電極25を形成する。

【0075】次に、この上に、図3(1)に示す方法と同様の方法で、PZT膜14及び上電極15を形成する。

【0076】その後、図3(2)及び(3)に示す工程と同様の工程を行う。なお、本実施の形態では、実施の形態2と同様に、パッシベーション膜30を形成する。

【0077】なお、実施の形態4では、第2の下電極25の幅をインクキャビティ11の幅より狭くした場合について説明したが、第2の下電極25の幅は、インクキャビティ11の幅と同じにしてもよい。

【0078】(実施の形態5)次に、本発明に係る実施の形態5について図面を参照して説明する。なお、実施の形態5では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0079】図10は、本発明の実施の形態5に係る圧電体素子を用いたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図11は、図10のXI-XI線に沿った断面図である。

【0080】実施の形態5に係るインクジェット式記録ヘッドは第2の下電極26が、インクキャビティ11の幅より狭く、PZT膜と同じ幅で形成されている点以外は、実施の形態4に係るインクジェット式記録ヘッドと同じ構造を備えている。

【0081】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、インクキャビティ11の上部に配設された振動板領域の一部に第2の下電極26が形成されていない構造であるため、実施の形態4で得られる作用・効果に加え、PZT膜14に電圧を加えてこれを変位させた際に、大きな振動を得ることができる。このため、吐出口18からインクを高速に射出することが可能となる。

【0082】(実施の形態6)次に、本発明に係る実施の形態6について図面を参照して説明する。なお、実施の形態6では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0083】図12は、本発明の実施の形態6に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図13は、図12のXIII-XIⅡ線に沿った断面図、図14は、図12及び図13に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【0084】実施の形態6に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインクキャビティ11が設けられたシリコン基板10と、シリコン基板10の一方の面に、シ

リコン酸化膜12を介して各インクキャビティ11毎に独立して形成され、かつインクキャビティ11の幅より広い幅を備えた下電極13と、下電極13上に形成されたPZT膜14と、PZT膜14上に形成された上電極15と、この上に形成された層間絶縁膜50と、層間絶縁膜50に開口されたコンタクトホール92を介して上電極15に電気的に接続される配線90と、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。

【0085】この構造を備えたインクジェット式記録ヘッドは、下電極13が各インクキャビティ11毎に独立して形成されているため、下電極13とこれに隣接する下電極13との間にシリコン酸化膜12が露出され、この露出したシリコン酸化膜12と層間絶縁膜50とが接触する部分が確保される。したがって、層間絶縁膜50の密着性を向上することができる。

【0086】なお、この図13に示すインクジェット式記録ヘッドは、さらに上層に、パッシベーション膜を形成することもできる。

【0087】次に、この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法を、図14に示す工程図に沿って説明する。

【0088】図14(1)に示す工程では、図3(1)に示す工程と同様の方法で、シリコン基板10にシリコン酸化膜12及び16を形成し、シリコン酸化膜12の上に、後に形成される複数のインクキャビティ11毎に独立し、かつインクキャビティ11の幅より広い幅を備えた下電極13、PZT膜14及び上電極15を形成する。

【0089】次に、図14(2)に示す工程では、図3(2)に示す工程と同様の方法により、インクキャビティ11を形成した後、インクキャビティ11を形成するためのパッシベーション膜(図示せず)を除去する。次に、このシリコン基板10上に、層間絶縁膜50を形成する。この層間絶縁膜50としては、例えば、ポリイミド、シリコン酸化膜等、層間絶縁膜として使用可能な膜が用いられる。

【0090】次いで、図14(3)に示す工程では、図14(2)で得た層間絶縁膜50の上電極形成部の所定位置にコンタクトホール92を選択的に形成する。次に、この上に、コンタクトホール92を介して上電極15と電気的に接続される配線90を形成する。次いで、図3(3)に示す工程と同様の方法で、吐出口18が形成されたノズル板17を設ける等、所望の工程を行い、インクジェット式記録ヘッドを完成する。

【0091】なお、実施の形態6では、下電極13の幅をインクキャビティ11の幅より広くした場合について説明したが、下電極13の幅は、インクキャビティ11の幅と同じにしてもよい。

【0092】(実施の形態7)次に、本発明に係る実施

の形態7について図面を参照して説明する。なお、実施の形態7では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0093】図15は、本発明の実施の形態7に係る圧電体素子を用いたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図16は、図15のXVI-XVI線に沿った断面図である。

【0094】実施の形態7に係るインクジェット式記録ヘッドは、圧電体素子の下電極23が、インクキャビティ11の幅より狭い幅で形成されている点以外は、実施の形態6に係るインクジェット式記録ヘッドと同じ構造を備えている。

【0095】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、層間絶縁膜50の密着性を向上することができることは勿論のこと、インクキャビティ11の上部に配設された振動板領域の一部に下電極23が形成されていない構造であるため、PZT膜14に電圧を加えてこれを変位させた際に、大きな振動を得ることができる。このため、吐出口18からインクを高速に射出することが可能となる。

【0096】なお、この図15及び16に示すインクジェット式記録ヘッドは、さらに上層に、パッシベーション膜を形成することもできる。

【0097】（実施の形態8）次に、本発明の実施の形態8について図面を参照して説明する。なお、実施の形態8では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0098】図17は、本発明の実施の形態8に係る圧電体素子を用いたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図18は、図17のXVII-XVII線に沿った断面図である。

【0099】実施の形態8に係るインクジェット式記録ヘッドは、実施の形態6に係るインクジェット式記録ヘッドの下電極を第1の下電極24と第2の下電極25とから構成したものである。

【0100】実施の形態8に係るインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、シリコン酸化膜12上に、ニッケル膜からなる第1の下電極24を形成し、第1の下電極24上に、各インクキャビティ11毎に独立して形成された第2の下電極25と、第2の下電極25上に形成されたPZT膜14と、PZT膜14上に形成された上電極15と、この上に形成された層間絶縁膜50と、層間絶縁膜50に開口されたコンタクトホール92を介して上電極15に電気的に接続される配線90と、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。

【0101】第2の下電極25は、平面から見たインクキャビティ11の領域を超えて形成されている。すなわち、第2の下電極25は、インクキャビティ11の幅より

大きな幅で形成されている。第2の下電極25と、これに隣接した第2の下電極25との間には、第1の下電極24が露出している。

【0102】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドでは、層間絶縁膜50と、第1の下電極24との接触部分が確保される。ここで、第1の下電極24は、ニッケル膜から構成されており、この膜は、層間絶縁膜50との密着性が良好である。したがって、層間絶縁膜50の密着性を向上することができる。

【0103】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法は、図9に示す方法と同様の方法で、シリコン基板10にシリコン酸化膜12及び16を形成し、シリコン酸化膜12の上に、ニッケル膜からなる第1の下電極24と、プラチナ膜からなる第2の下電極25を形成する。次に、この上に、PZT膜14及び上電極15を形成する。

【0104】その後、図14(2)及び(3)に示す工程と同様の工程を行い、インクジェット式記録ヘッドを完成する。

【0105】なお、実施の形態8では、第2の下電極25の幅をインクキャビティ11の幅より広くした場合について説明したが、第2の下電極25の幅は、インクキャビティ11の幅と同じにしてもよい。

【0106】なお、この図17及び18に示すインクジェット式記録ヘッドは、さらに上層に、パッシベーション膜を形成することもできる。

【0107】（実施の形態9）次に、本発明の実施の形態9について図面を参照して説明する。なお、実施の形態9では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0108】図19は、本発明の実施の形態9に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図20は、図19のXX-XX線に沿った断面図である。

【0109】実施の形態9に係るインクジェット式記録ヘッドは、第2の下電極26が、インクキャビティ11の幅より狭い幅で形成されている点以外は、実施の形態8に係るインクジェット式記録ヘッドと同じ構造を備えている。

【0110】この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドのアクチュエータは、インクキャビティ11の上部に配設された振動板領域の一部に第2の下電極26が形成されていない構造であるため、実施の形態8で得られる作用・効果に加え、PZT膜14に電圧を加えてこれを変位させた際に、大きな振動を得ることができる。このため、吐出口18からインクを高速に射出することが可能となる。

【0111】なお、この図19及び20に示すインクジェット式記録ヘッドは、さらに上層に、パッシベーション膜を形成することもできる。



【0112】（実施の形態10）次に、本発明の実施の形態10について図面を参照して説明する。なお、実施の形態10では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0113】図21は、本発明の実施の形態10に係るインクジェット式記録ヘッドの一部断面図である。

【0114】図21に示すインクジェット式記録ヘッドは、実施の形態3で説明したインクジェット式記録ヘッドのセグメント毎に独立した素子の間に、プラチナ膜からなり、下電極13に接続された配線73を形成したものである。このような構造であっても、パッシベーション膜30と、シリコン酸化膜12との接触部分を確保することができるため、パッシベーション膜30の密着性を向上することができる。さらに、下電極13の抵抗を低くすることもできる。

【0115】なお、このように配線73をセグメント毎に独立した素子の間に形成する構造は、前述した他の実施の形態にも応用することができる。

【0116】（実施の形態11）次に、本発明の実施の形態11について図面を参照して説明する。なお、実施の形態11では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0117】図22は、本発明の実施の形態11に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図、図23は、図22のXXIII-XXIII線に沿った断面図である。

【0118】図22及び図23に示すように、実施の形態11に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインクキャビティ11が設けられたシリコン基板10と、シリコン基板10の一方の面に、シリコン酸化膜12を介して形成され、PZT膜14及び上電極15が形成される領域以外の所望部分にシリコン酸化膜12が露出する穴72が開口された下電極71と、下電極71上に形成されたPZT膜14と、PZT膜14上に形成された上電極15と、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。

【0119】この構造を備えたインクジェット式記録ヘッドは、穴72によって、パッシベーション膜30と、シリコン酸化膜12との接触部分を確保することができるため、パッシベーション膜30の密着性を向上することができる。さらに、下電極71の抵抗を低くすることもできる。

【0120】なお、この穴72のサイズは、圧電体素子の下電極としての機能に支障を来さない範囲で、任意に決定してよい。また、前述した実施の形態のなかで、第2の下電極の構造に応用することもできる。

【0121】（実施の形態12）次に、本発明の実施の形態12に係るインクジェット式記録ヘッドについて図面を参照して説明する。なお、実施の形態12では、前

述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0122】図24は、本発明の実施の形態12に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを使用したインクジェット式記録ヘッドの一部分を示す断面図、図25は、図24に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0123】図24に示すように、実施の形態12に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインクキャビティ11が設けられたシリコン基板10と、シリコン基板10の一方の面に、シリコン酸化膜12を介して形成された下電極43と、下電極43上に形成されたPZT膜44と、PZT膜44上に形成された上電極45と、上電極45に接続される配線40aと、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。なお、符号41は層間絶縁膜である。

【0124】次に、この構成を備えたインクジェット式記録ヘッドの製造方法を、図25に示す工程図に沿って説明する。

【0125】図25(1)に示す工程では、シリコン基板10上に形成したシリコン酸化膜12上に、所望の形状を備えた下電極43、PZT膜44及び上電極45を形成する。

【0126】次に、図25(2)に示す工程では、下電極43、PZT膜44及び上電極45が形成されたシリコン基板10上に層間絶縁膜41を形成する。次に、この層間絶縁膜41に、上電極45と接続されるコンタクトホールを形成する。次いで、この上に、ニッケルからなるパッシベーション膜40を形成する。この時、このパッシベーション膜40は、前記コンタクトホールにも充填される。このパッシベーション膜40は、シリコン基板10にインクキャビティ11を形成するために行うエッチングの保護膜として機能する。その後、シリコン酸化膜16、次いでシリコン基板10を選択的にエッチングし、シリコン基板10にインクキャビティ11を形成する。

【0127】次に、図25(3)に示す工程では、パッシベーション膜40をパターニングし、上電極45に接続された配線40aを形成する。ここで、ニッケル膜は、導電性を有するとともに、シリコン基板10を選択的にエッチングする際に用いるエッチング液に対する耐性を備えている。この理由から、実施の形態2に係るインクジェット式記録ヘッドでは、パッシベーション膜40としてニッケルからなる膜を使用したため、前記エッチング工程において素子を保護することは勿論のこと、後に形成する配線材料として利用することができる。したがって、製造工程を簡略化できるとともに、材料コストも削減することができる。

【0128】次いで、シリコン基板10のシリコン酸化

膜16が形成された側に、シリコン酸化膜16を介してインク吐出口18が形成されたノズル板17を設ける。その後、所望の工程を行い、インクジェット式記録ヘッドを完成する。

【0129】なお、このニッケルからなるパッシベーション膜40は、前述した実施の形態1に係るインクジェット式記録ヘッドに応用してもよい。

【0130】（実施の形態13）次に、本発明の実施の形態13に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを使用したインクジェット式記録ヘッドについて図面を参照して説明する。なお、実施の形態13では、前述した実施の形態と同様の部材には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0131】図26は、本発明の実施の形態13に係るインクジェット式記録ヘッドの一部分を示す断面図である。

【0132】図26に示すように、実施の形態3に係るインクジェット式記録ヘッドは、複数のインクキャビティ11が設けられたシリコン基板10と、シリコン基板10の一方の面に、シリコン酸化膜12を介して形成された下電極61と、下電極61上に形成されたPZT膜62と、PZT膜62上に形成された上電極63と、シリコン基板10の他方の面に、シリコン酸化膜16を介して設けられたノズル板17と、を備えて構成されている。

【0133】下電極61は、シリコン酸化膜12側から順に、ニッケル膜51、チタン膜52、チタン酸化膜53、チタン膜54及びプラチナ膜55からなる5層構造を有している。ここで、ニッケル膜51は、前述したように、シリコン基板10を選択的にエッチングする際に用いるエッチング液に対する耐性を有している。このため、インクキャビティ11を形成する際に行うエッチングの際に、シリコン基板10側からエッチング液が浸透しても、このニッケル膜51が、下電極61自身、PZT膜62及び上電極63の保護膜として機能させることができる。この結果、エッチングの終点で、このエッチング液あるいはエッチング反応生成物がシリコン酸化膜12を透過して、下電極61、PZT膜62及び上電極63にダメージを与えることがない。

【0134】また、このような5層構造を備えた下電極61は、前記利点に加え、チタン膜52、チタン酸化膜53及びチタン膜54が、ニッケル膜51とプラチナ膜55との密着性を向上させる結果、下電極61の信頼性を向上することもできる。

【0135】なお、実施の形態13では、下電極61を前述した5層構造としたが、これに限らず、最下層（シリコン基板に近い側の層）が、ニッケル膜から構成されていれば、例えば、ジルコニア、イリジウム、チタンとジルコニアとの合金、イリジウムとチタンとの合金等、他の導電性材料との多層構造とすることもできる。

【0136】また、実施の形態13に係る下電極は、前述した他の実施の形態にも応用可能であることは勿論である。

【0137】なお、実施の形態1ないし実施の形態13では、本発明に係るアクチュエータをインクジェット式記録ヘッドに使用した場合について説明したが、これに限らず、本発明に係る圧電体素子は、例えば、マイクロポンプ、マイクロスイッチ等の各種機器のアクチュエータ等として利用することができる。

【0138】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る圧電体素子を備えたアクチュエータは、下電極をセグメント毎に独立させて形成したため、このセグメント間に露出した絶縁膜あるいは第1の下電極と、層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜との接触部分を確保することができる。したがって、素子領域と、層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜との密着性が乏しくても、素子の両側で層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜が密着するため、被覆性が高く、化学的に安定な層間絶縁膜あるいはパッシベーション膜を形成することができる。この結果、素子に損傷なくインクキャビティを形成でき、信頼性の高い圧電体素子を備えたアクチュエータを得ることができる。

【0139】また、下電極あるいは第2の下電極をキャビティの幅より狭い幅で形成すれば、振動板領域の一部に下電極が形成されなくなるため、前記効果に加え、振幅の大きな振動が得られる。

【0140】また、下電極あるいは第2の下電極をキャビティの幅と同じ又はそれより広い幅で形成すれば、エッチングによりキャビティを形成する際に発生する水素が圧電体膜に侵入することを防止することができ、さらに信頼性が高い圧電体素子を備えたアクチュエータを得ることができる。

【0141】また、下電極を、最下層（基板側）が、ニッケル膜、チタン膜、チタン酸化膜のいずれかから形成された多層構造とすることで、前記基板をエッチングする際に、この下電極を前記圧電体膜及び上電極のエッチング保護膜として機能させることができる。このため、圧電体素子に支障を来すことがない良好なエッチングを行うことができる。この結果、信頼性の高い圧電体素子を備えたアクチュエータ及びこれを用いたインクジェット式記録ヘッドを提供することができる。

【0142】さらに、この下電極を前述した5層構造とすることで、前記ニッケル膜とプラチナ膜との密着性を向上することができる結果、信頼性の高い電極を得ることができる。

【0143】また、基板にインクキャビティを形成する際に行うエッチングから素子を保護する素子保護膜として、導電性を備えた膜を使用することで、このエッチングが終了した後に、この素子保護膜を配線形成用の膜と

して利用することができる。この結果、製造工程を簡略化することができるとともに、製造コストを削減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 2】図 1 の II-II 線に沿った断面の一部を示す図である。

【図 3】図 1 及び図 2 に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの一部断面図である。

【図 5】本発明の実施の形態 3 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 6】図 5 は、図 5 の VI-VI 線に沿った断面図である。

【図 7】本発明の実施の形態 4 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 8】図 7 の VII-VII 線に沿った断面図である。

【図 9】図 7 及び図 8 に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図 10】本発明の実施の形態 5 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 11】図 10 の XI-XI 線に沿った断面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 6 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 13】図 12 の XII-XII 線に沿った断面図である。

【図 14】図 12 及び図 13 に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程の一部を示す断面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 7 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 16】図 15 の XVI-XVI 線に沿った断面図である。

【図 17】本発明の実施の形態 8 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 18】図 17 の XVII-XVII 線に沿った断面図である。

【図 19】本発明の実施の形態 9 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータとして用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 20】図 19 の XX-XX 線に沿った断面図である。

【図 21】本発明の実施の形態 10 に係るインクジェット式記録ヘッドの一部断面図である。

【図 22】本発明の実施の形態 11 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの平面図である。

【図 23】図 22 の XXI-XXI 線に沿った断面図である。

【図 24】本発明の実施の形態 12 に係る圧電体素子を備えたアクチュエータを用いたインクジェット式記録ヘッドの一部分を示す断面図である。

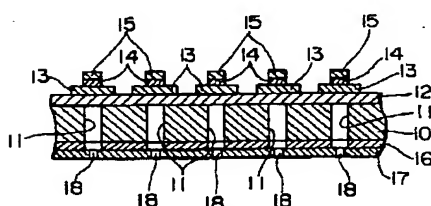
【図 25】図 24 に示すインクジェット式記録ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【図 26】本発明の実施の形態 13 に係るインクジェット式記録ヘッドの一部分を示す断面図である。

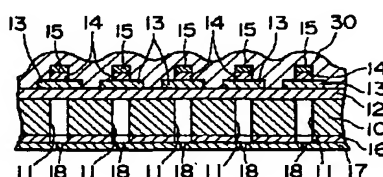
【符号の説明】

- 10 シリコン基板
- 11 インクキャビティ
- 12、16 シリコン酸化膜
- 13、23、43、61、71 下電極
- 14、44、62 PZT 膜
- 15、45、63 上電極
- 17 ノズル板
- 18 吐出口
- 20、30、40 パッシベーション膜
- 24 第 1 の下電極
- 25 第 2 の下電極
- 40a、73、90 配線
- 41、50 層間絶縁膜
- 72 穴
- 92 コンタクトホール

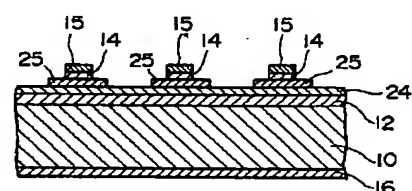
【図 2】



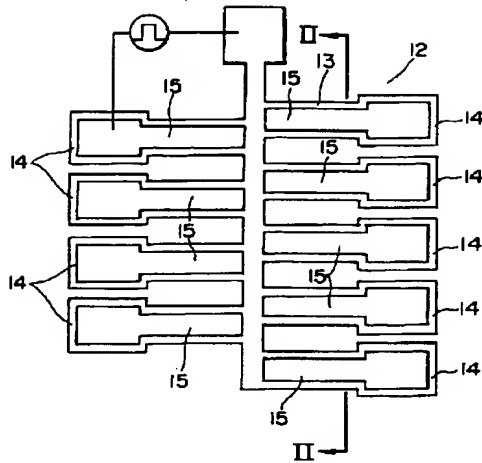
【図 4】



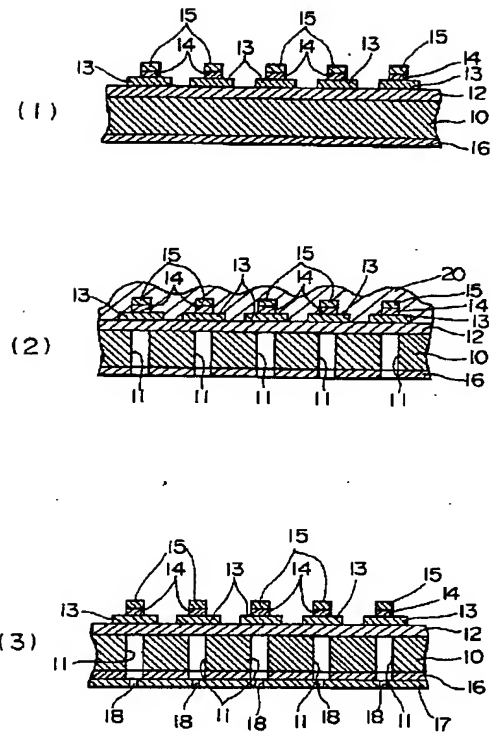
【図 9】



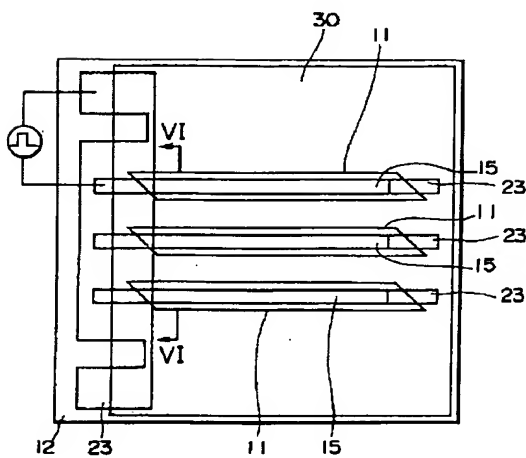
【図 1】



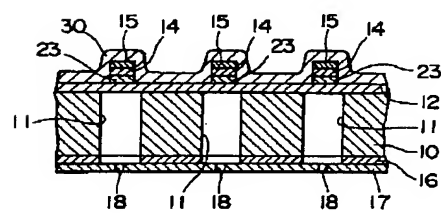
【図 3】



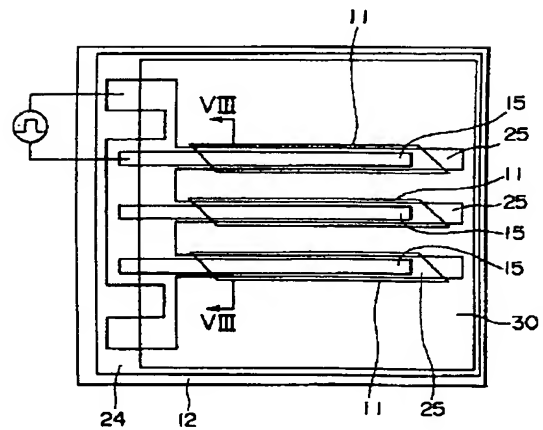
【図 5】



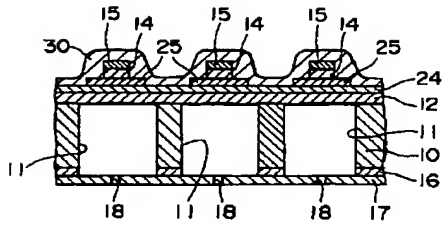
【図 6】



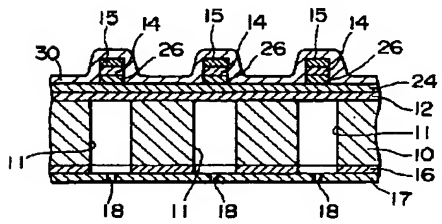
【図 7】



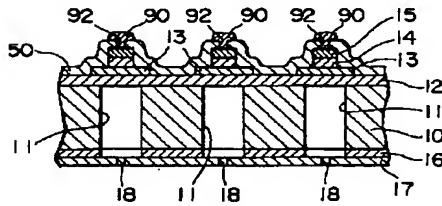
【図 8】



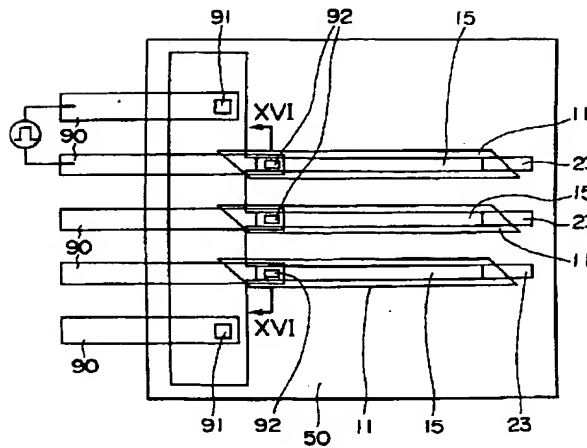
【図 11】



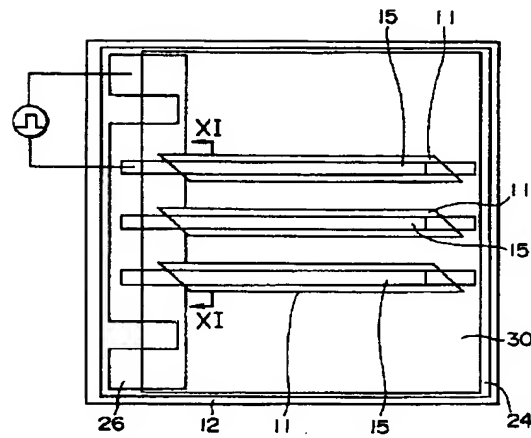
【図 13】



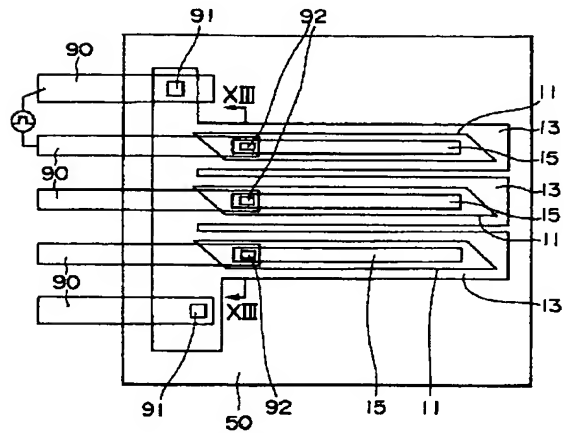
【図 15】



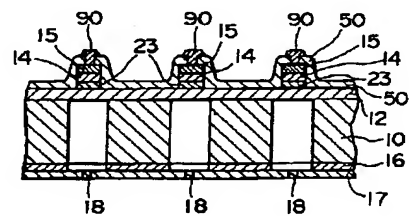
【図 10】



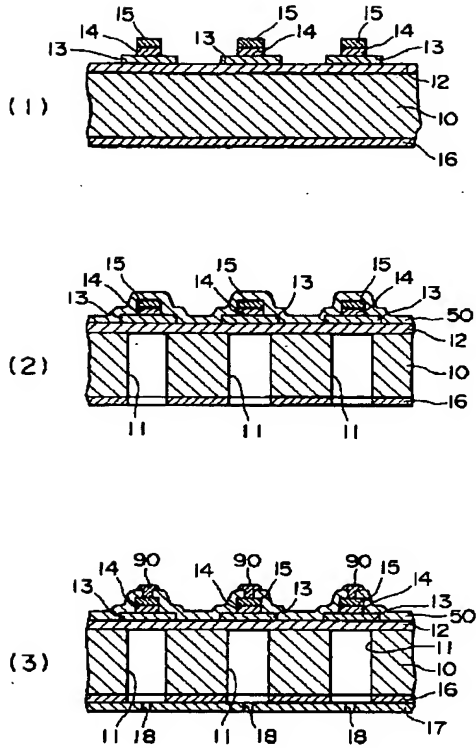
【図 12】



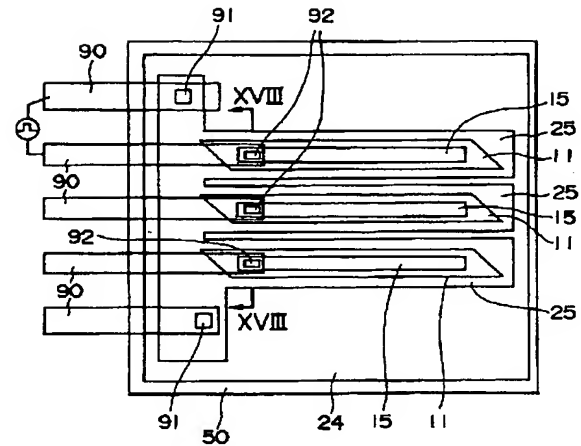
【図 16】



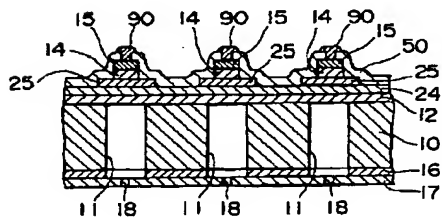
【図 14】



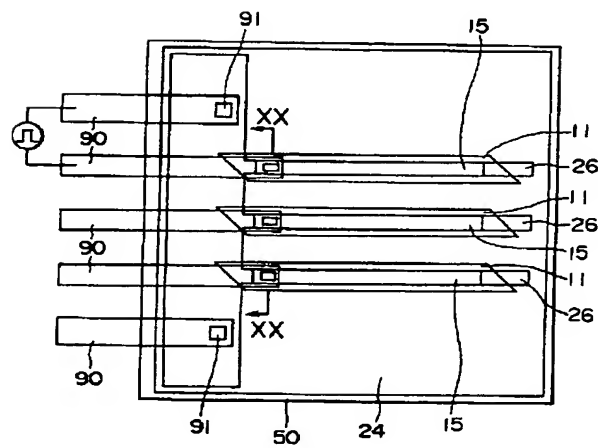
【図 17】



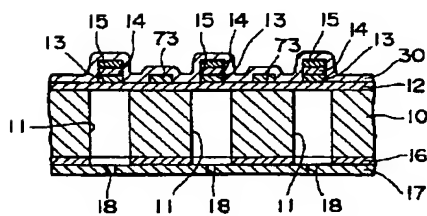
【図 18】



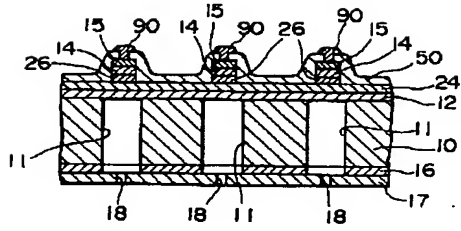
【図 19】



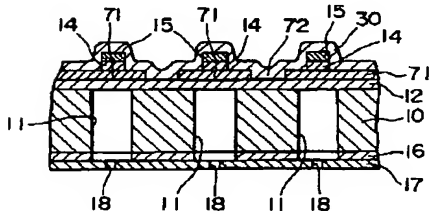
【図 21】



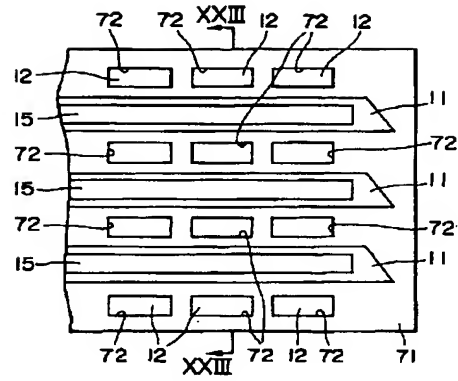
【図 20】



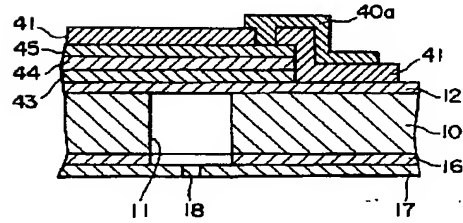
【図 23】



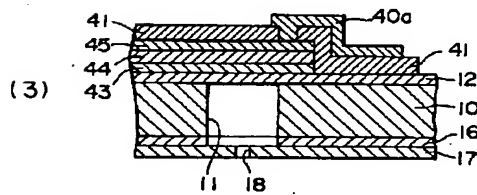
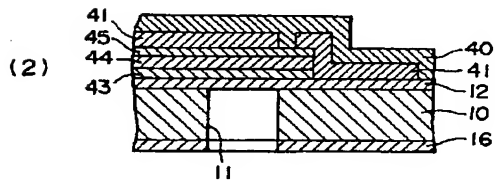
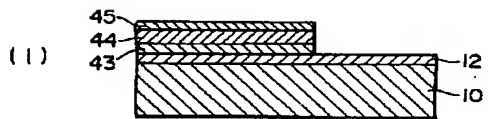
【図 22】



【図 24】



【図 25】



【図 26】

